

PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN EL PROCESO DE MOLIENDA PRIMARIA DE LA PLANTA DE ARGOS S.A VALLE DEL CAUCA

PROPOSAL OF THE TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE SYSTEM (TPM) IN THE PRIMARY MILLING PROCESS OF THE PLANT OF ARGOS S.A VALLE OF CAUCA

Mario Fernando Benavides Taquez
mario.benavides00@usc.edu.co
John Alexander Masso Alzate¹
john.mass00@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial

Resumen

Este documento presenta la propuesta de cambio del proceso de mantenimiento que se está empleando actualmente en la Planta de Calera cementos Argos S.A. ubicada en la vereda Mulaló, Yumbo (Valle del Cauca). Se han recibido informes que reportan paradas recurrentes que se presentaron en la planta durante los años 2017 y 2018. Se analizó la puesta en marcha del actual mantenimiento, las dificultades presentadas durante este proceso y las diferentes variables dependientes e independientes que influyen en que se detenga la operación de las moliendas primarias.

La propuesta de implementación del sistema de Mantenimiento Productivo Total -TPM- pretende mejorar los índices de disponibilidad de las moliendas primarias, reduciendo los tiempos de paradas e incrementado la productividad laboral, a partir de alertas tempranas que indiquen por medio de alarmas de predicciones, fallas en las moliendas primarias que se podrán detectar a tiempo. Esto mejoraría la productividad total, una condición necesaria para la competitividad. Además se busca que esta propuesta sirva de modelo para futuros trabajos y capacitaciones en otras áreas de la empresa con el fin de que los colaboradores de la planta de cementos Argos logren identificar posibles fallas, evitando los sobrecostos de mantenimiento.

Palabras Clave: Propuesta, Mantenimiento productivo total, fallas, Sistema, proceso industrial.

Abstract

This document presents the proposal for a change in the maintenance process that is currently being used in the Calera cementos Argos S.A. plant located in the village of Mulaló, Yumbo (Valle del Cauca). Reports have been received, informing about recurrent stops that were presented at the plant during the years 2017 and 2018. The start-up of the current maintenance, the difficulties presented during this process and the different dependent and independent variables that influence the operation of the primary mills to stop were analyzed. The proposal for implementation of the Total Productive Maintenance System -TPM- aims to improve the availability rates of primary mills, reducing machine down-town and increasing labor productivity, (by using prediction and failure alarms that help detect these early) based on early warnings that indicate by means of prediction and failure alarms. in the primary grindings that can be detected in time. This would improve total productivity, a necessary condition for competitiveness. It is also intended that this proposal serve as a model for future work and training in other areas of the company so that the employees of the Argos cement plant can identify possible failures, avoiding additional costs regarding maintenance.

Keywords: Proposal, Total productive maintenance, failures, System, industrial process

Introducción

En el escenario industrial actual, se producen grandes pérdidas y desperdicios en los talleres de fabricación de las empresas productoras de bienes. Estos desperdicios se deben a los operadores, personal de mantenimiento, proceso, problemas de herramientas y falta de disponibilidad en el tiempo, etc. Otras formas de desperdicio incluyen máquinas inactivas, mano de obra inactiva, máquina averiada, piezas rechazadas, etc. son todos ejemplos de desperdicio.

El desperdicio generado por máquinas inactivas es un tema que se ha venido tratando con la metodología del Mantenimiento Productivo Total – TPM-. En palabras de Joel Levitt (2010) “(...) el TPM se diseñó para identificar y eliminar sistemáticamente las pérdidas de equipos (tiempo de inactividad, ineficiencia, defectos)”. El TPM se ha implementado en muchas industrias en todo el mundo para abordar el problema antes mencionado. El objetivo de la propuesta del programa TPM que se busca ejecutar en ARGOS S.A. es mejorar la productividad y la calidad de sus molineras primarias, junto con una mayor moral de los empleados y su satisfacción en el trabajo.

El mantenimiento preventivo anterior se consideró como un proceso sin valor agregado, pero ahora es un requisito esencial para un ciclo de vida más largo de las máquinas en una industria. TPM es un enfoque innovador para el mantenimiento que optimiza la efectividad del equipo, elimina las averías y promueve el mantenimiento autónomo del operador a través de las actividades cotidianas que involucran a la fuerza de trabajo total.

El TPM se puede definir como un enfoque para lograr una mejora rápida de los procesos de fabricación mediante la participación y el empoderamiento de los empleados relacionados con la producción y la introducción de un proceso continuo de mejora de la calidad (Nakajima S. , 1988).

Para otros autores la “implementación de TPM se debe traducir en una mayor efectividad del equipo, mayor productividad, mejor calidad, menos averías, menores costos, entregas confiables, entornos de trabajo motivadores, seguridad mejorada y mejora en la moral de los empleados” (Ríos, 2010).

Aunque el TPM proporciona muchos beneficios, su implementación es una tarea difícil, ya que se ha observado que muchas de las organizaciones que intentan implementar iniciativas de este tipo experimentan dificultades y no pueden lograr los beneficios anticipados.

Mora (2012) ha afirmado que:

Aunque en los últimos años, muchas empresas han intentado implementar programas de TPM, menos del 10% de las empresas tienen éxito en su ejecución, dado que desarrollarla requiere el cambio de la cultura organizacional y el cambio de los comportamientos existentes de todos los empleados, operadores, ingenieros, técnicos de mantenimiento y gerentes.

Por otro lado, Benítez Hernández (1998) señala que:

Dentro del TPM, que es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas.

Esto supone: reducir al máximo posible el número de avería, tiempos muertos, defectos atribuibles a un mal

estado de los equipos, pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva.

La empresa cementera Argos, cuya planta está ubicada en la vereda Mulaló, municipio de Yumbo (Valle del Cauca), se ha tomado como estudio de caso, pues se ha reportado que su producción ha presentado fallas en diferentes máquinas del proceso de transformación de materia prima (rocas, calizas y arcilla) para fabricación del cemento. Por lo tanto, el presente trabajo busca la aplicación de un sistema de mantenimiento de máquinas y herramientas industriales que aporte resultados eficaces para el logro de la optimización, es el Mantenimiento Productivo Total -TPM, para lograr en un tiempo prudente de no más de un año.

El mejoramiento permanente de la productividad industrial con la participación de variables involucradas en el proceso de operación de la empresa, con énfasis en el personal tanto administrativo como operativo, con la mejora sustancial de lugares de trabajo para que sean seguros, eficientes, productivos y haciendo ágil la relación entre las personas y los equipos que emplean (García Palencia, 2006).

De igual forma, para el desarrollo del estudio, se analizaron las causas de las paradas y reprocesos en la molienda primaria, con base en la información de los años 2017 y 2018 entregada por Cementos Argos S.A. en la que relaciona la frecuencia de paradas en los cuatro molinos primarios que impactaron negativamente su producción en un 15.09% del total previsto, hecho que también afectó el cumplimiento de la programación de entregas a sus clientes y las finanzas de la empresa; hay que tener en cuenta que para identificar la importancia del sistema TPM en procesos de productividad más eficaces, se revisaron previamente los antecedentes y la teoría referente a la temática que lograrse permitir el identificar los beneficios en corto, mediano y largo plazo, así como las fortalezas y debilidades de su implementación.

Como aporte del desarrollo de la propuesta, en el caso del ejercicio de la Ingeniería Industrial, se destaca que este tipo de trabajos permite estar en contacto con un proceso real que incide en los resultados que esperan los clientes y donde aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional; además se hacen comparaciones entre procesos de tipo local con aquellos de orden nacional.

Por lo cual se concluye que en el proceso productivo de la empresa se tiene mucho tiempo muerto debido a las diferentes paradas que se tiene que realizar en el proceso para el mantenimiento y la ineficacia de los mantenimientos de los molinos primarios. El tiempo de parada es muy elevado por diferentes factores causantes de la no disponibilidad de los equipos, por consiguiente, se requiere implementar la metodología TPM, de modo que se resuelvan las inconsistencias que se presentan, requiriendo una solución que contribuya al mejoramiento del funcionamiento de molineras primarias.

1. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

El mantenimiento ha sido visto tradicionalmente con una parte separada y externa al proceso productivo. TPM emergió como una necesidad de integrar el departamento de mantenimiento y el de operación o producción para mejorar la productividad y la disponibilidad.

En una empresa en la que TPM se ha implantado, toda la organización trabaja en el mantenimiento y en la mejora de los equipos. Se basa en cinco principios fundamentales según Benítez Hernández (1998):

- ✓ Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
- ✓ Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. Se busca la eficacia global.
- ✓ Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan.

- ✓ Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- ✓ Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

La filosofía del TPM ha sido objeto de investigación en diversos trabajos de grado nacionales, entre los que se encontraron los siguientes:

El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación (López Arias, 2009). Los objetivos fueron: propiciar, modificar y aplicar el TPM con enfoque de gestión, apoyado en la cultura laboral con la participación del personal con funciones y responsabilidades en la implementación; para el logro de la eficiencia total de la maquinaria, equipos e instalaciones productivas, con fines de productividad y calidad de los productos manufacturados.

Estudio del impacto generado sobre la cadena de valor a partir del diseño de una propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo en la Cantera Salitre Blanco de Aguilar Construcciones S.A., de (Bejarano Garcia & Basabe Diaz, 2009). El objetivo del trabajo de grado fue analizar el impacto de la cadena de abastecimiento que genera el desarrollo de una propuesta para la mejora del mantenimiento actual a partir de la reducción de las actividades de mantenimiento correctivo no programado y el aumento del mantenimiento preventivo programado.

Según esta investigación titulada Implementación del MPT, publicado en la Universidad Autónoma de Nuevo León (Gonzalez, 1997) menciona a:

Cementos Portland Monterrey S.A ubicada en la ciudad de Monterrey, Nuevo León (México) reporta un caso práctico de implementación del TPM en la planta de CEMEX, esta planta tiene como objetivo aumentar la efectividad de su organización para ser considerada de alto desempeño, con personal técnico altamente capacitado, productos de alta calidad y costos de producción más bajos, para ello la planta decide implementar como un plan estratégico el mantenimiento TPM, en un plazo no mayor de 3 años. Esta metodología se implementó de la siguiente forma: las operaciones en la planta debe satisfacer al menos las normas mínimas de calidad establecidas por Cemex.

Se desarrolla la mejora continua con profundo énfasis en asegurar la permanencia de los logros obtenidos, para ello la planta adoptó la metodología de las 5S+1 como base para iniciar el proceso de implementación del TPM y también lo contempló para lograr y mantener la certificación de las normas internacionales ISO 9000 e ISO 14000, se aplica la metodología TPM de guía para los operarios enfocada en las siguientes actividades: limpieza, lubricación y reapriete de tornillería. Inspección diaria utilizando los 5 sentidos durante la operación normal. Detección oportuna de anomalías (Prevención de fallas y accidentes). Ayuda en reparaciones y fallas inesperada. ; Su aplicación continua y permanente mejora la vida útil de los equipos, disminuye costos, mejora la calidad y la productividad, amplía la base de conocimientos y capacidad de los trabajadores, estimulando una visión de negocio global

Según (MEDINA, 2015) en su artículo titulado Implantación Exitosa de TPM en la Industria Colombiana Señala

La compañía Baxter en el año 2009 decide implementar TPM y tuvo como estrategia un asesor externo con experiencia, quien les realizó auditorias, dio entrenamientos, y mantuvo asesoramiento constante 2 veces por mes. Estableció una estrategia de Benchmarking con otras empresas, con lo cual Baxter identificó oportunidades y mejores prácticas para la implementación de TPM.

En 1995 la empresa Carvajal, inicia la implementación de TPM, para ello las estrategias que aplicaron

fueron un compromiso de gerencia de planta, campañas y recertificaciones permanentes de los 3 primeros pasos del mantenimiento Autónomo para garantizar el traspaso del conocimiento, como un facilitador del recurso humano. Por medio de aprendices del SENA, los planeadores de mantenimiento y el jefe de mantenimiento se levantaron los estándares de mantenimiento preventivo de las maquinas, facilitando los procesos. La cultura que traían los operarios y técnicos que venían de las plantas de Yotoco y Yumbo contagiaron al personal de Acopi en el proceso de incorporación de mantenimiento TPM.

En el caso de Argos S.A se requiere la asesoría de un experto en mantenimiento TPM, el cual pueda brindar asesorar a los grupos de trabajo en la sección de molindas primarias.

Desde un punto de vista práctico, implantar TPM en una organización significa que el mantenimiento está perfectamente integrado en la producción. “Así, determinados trabajos de mantenimiento se han transferido al personal de producción, que ya no siente el equipo como algo que reparan y atienden otros, sino como algo propio que tienen que cuidar y mimar: el operador siente el equipo como suyo”. (Shirose, 2004).

A su vez en el libro de (Francisco Javier Cárcel Carrasco, 2012) “la brecha de la información y el conocimiento puede suponer un alto costo para la empresa (muchas veces asumido como algo inevitable) el crecimiento de tiempos de parada de producción y servicios, perdidas de eficiencia energética o tiempos de acoplamiento de nuevo personal” es por ello que dentro de las actividades internas de la empresa industrial, el mantenimiento necesita conocimiento técnicos profundos, alta experiencia en su personal.

“El proceso de implementación de TPM puede estar plagado de obstáculos y escollos. “Dichos escollos que dificultan esta implementación incluyen: falta de apoyo administrativo, falta de participación de los asociados de producción, falta de recursos, falta de visión a largo plazo, falta de impulso sostenido, sin delegado” (Chan, 2015).

Para otros autores como (López Gumucio, 2005) el concepto de calidad y calidad total se viene utilizando en todas las actividades empresariales en la actualidad, al utilizarla en el mantenimiento TPM se agrupan varios factores de calidad sin embargo el hombre ha sentido la inquietud de utilizar la calidad todo el tiempo, se podría decir que desde el principio de los tiempos el concepto de calidad, ha contado con aportaciones de muchos autores, entre ellos Jurán, Crosby, Deming, Ishikawa y otros, que han conseguido evolucionar el concepto mediante sus aportaciones y estudios.

Por otro lado para (Sacristán, 2001) el objetivo principal de mantenimiento de producción total es el de reducir costos, mejorando la productividad y competitividad, necesitando la ayuda de los proveedores para llegar a una meta, a partir de las exigencias del movimiento empresarial en primer lugar la necesidad de reducir los tiempos de desarrollo, reducción de los tiempos de fabricación, mayores exigencias de calidad y unas mayor interacción con los proveedores.

Sin duda, existen ciertas barreras que inhiben el proceso de implementación de TPM, pero a pesar de esto, existen ciertos puntos para su implementación exitosa. Sin embargo, se debe analizar adecuadamente y se debe entender la efectividad de estos procedimientos para que el proceso de implementación se complete sin muchos obstáculos. Estos elementos llamados habilitadores no solo afectan el proceso de implementación de TPM sino que también se influyen entre sí. Por lo tanto, “es realmente necesario comprender la naturaleza de estos habilitadores y su relación mutua para que se identifiquen los habilitadores que soportan otros habilitadores (llamados "habilitadores de conducción") y aquellos que están más influenciados por otros (denominados "habilitadores dependientes")” (Nakajima S. , 1988).

La filosofía del TPM identifica seis grandes de pérdidas que reducen la efectividad al interferir con la producción, pues una máquina sin funcionar, averiada, o que no funciona al 100% de su capacidad produce pérdidas a la empresa. La máquina debe considerarse improductiva, para esto se deben ejecutar acciones para evitar inconvenientes a futuro.

1. Fallos del equipo que generan pérdidas de tiempo inesperadas.
2. Puesta a punto y ajustes de las máquinas (o tiempos muertos) que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación. Por ejemplo, al inicio en la mañana, al cambiar de lugar de trabajo o al hacer un ajuste.
3. Marchas en vacío, esperas y detenciones menores (averías menores) durante la operación normal que producen pérdidas de tiempo, ya sea por problemas en la instrumentación, pequeñas obstrucciones.
4. Velocidad de operación reducida (el equipo no funciona a su capacidad máxima), que produce pérdidas productivas al no obtenerse la velocidad de diseño del proceso.
5. Defectos en el proceso que generan pérdidas productivas al tener que repetir procesos de productos defectuosos o completar actividades no terminadas.
6. Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo, marcha en vacío y periodo de prueba.

Por lo anterior, se debe analizar cuidadosamente de cada una de estas causas de baja productividad lleva a encontrar las soluciones para eliminarlas y los medios para implementar estas últimas.

Es primordial que el análisis se realice en conjunto con el personal de producción y el de mantenimiento, ya que los contratiempos que generan la baja productividad son de ambos tipos y las soluciones deben ser implementadas de forma integral para que sean exitosas.

Según (PALENCIA, 2004) “la productividad es especialmente un instrumento comparativo, es el uso más intensivo, no más intenso, de los recursos debido a que tiene una gran importancia en lo pertinente al mejoramiento de los niveles de vida del personal involucrado”

Para el análisis de la mitigación o reducción de las seis pérdidas mencionadas anteriormente, el OEE es el acrónimo para Efectividad Global del Equipo, la cual se utiliza para hacer los cálculos pertinentes del rendimiento de los procesos operativos y productivos de los equipos:

Indicadores de medición de eficiencia de calidad (OEE)

$$**OEE = Disponibilidad * Tasa de Rendimiento * Tasa de Calidad** \quad (1)$$

$$Disponibilidad(Tasa de operación) = \frac{Tiempo\ de\ Carga - Tiempo\ de\ Parada}{Tiempo\ de\ Carga} \quad (2)$$

Fuente: Shirose (Shirose, 2004).

Por medio de los indicadores de medición de calidad OEE se analizará la efectividad real de TPM en la sección de moliendas primarias, el estado de rendimiento de los medios de fabricación y mantenimiento y las fortalezas y debilidades de la organización para elaborar un proceso de cambio.

2. METODOLOGÍA

Se determina primero un diagnóstico, el cual dará una pauta para rediseñar un modelo que será la que al final de la discusión se llevará a prueba para confirmar o rechazar, dados los antecedentes y lo que se diagnostique en la planta se estimará que la proposición a probar es que “La aplicación de la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM), reduce las pérdidas de paralizaciones y reprocesos en las máquinas de la molienda primaria en la Planta de Cementos Argos de Mulaló”

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto de la planta mencionada en donde existen 4 moliendas primarias, su principal función es reducción del tamaño del material caliza o pasta, las cuales trabajan de la

siguiente manera: se inicia con la molienda primaria 1 y 2 las cuales corresponden a un modelo de marca FLS SMITH, y las otras dos, llamadas moliendas primarias 3 y 4 son de marca ALLIS CHALMERS.

Por lo tanto, se procede a identificar las causas de las paradas más frecuentes, el número de ellas por máquina y las horas que duraba cada una de ellas. Los resultados de dichas paradas y frecuencias son suministrados de manera parcial por la empresa.

A partir de lo anterior, se procede a hacer un análisis en el cual se determina la tasa de falla de frecuencias para poder proceder a llevar a cabo un diagnóstico inicial. Luego se procede a realizar la inspección acerca de las 5 estrategias y los 8 pilares del TPM para ejecutar el desarrollo de la propuesta para la optimización del mantenimiento y la productividad en la planta.

El proceso de desempeño para la empresa Argos, atendiendo los pilares de TPM se los propone a partir de la siguiente estrategia:

Pilar	Objetivo	Herramientas
<p>1 Mejoramiento Enfocado <i>Inicia 2019, Integrantes 4, Frecuencia 30 días</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar reuniones mensuales donde se revisaran los avances de indicador Índice Plan de Sugerencias de mejoramiento en las paradas por mantenimiento) - Brinda a los colaboradores que pasen un ahorros o promuevan y velen por el plan de sugerencias en la sección de moliendas primarias pagar un determinado porcentaje acordado con el líder - Mejorar la eficiencia global de las moliendas primarias - Disminuir el tiempo de paros en las moliendas que se genere en cada uno de los mejoramientos y realizar el seguimiento a los equipos de mejoramiento (Resultado de la evaluación de cada uno de los equipos), en los proyectos TPM, - Analizar casos de mejoramiento, casos 5S, casos de seguridad y casos de medio ambiente, donde a principio de cada año los analistas de cada área, lo que hacen es asignarle unos proyectos de mejora a las moliendas primaria, donde los quipos de mejoramiento tienen que cumplir con unas metas. Estos proyectos son elaborados bajo la metodología del PHVA, donde se les dé una capacitación sobre el tema. 	<p>Conformado por el Jefe de planta (Líder), un analista de ingeniería los cuales serán los encargados de recoger la información de la planta para volverlos indicadores, un analista de mejoramiento para la eliminación de pérdidas de producción por paros en las Moliendas Primarias y una persona del área de costos. Un Plan Maestro diseñado por el lider, plan de sugerencias, Argos, Proyectos, cosos de mejoramiento, casos de las 5 S, casos de seguridad y casos de medio ambiente.</p>
<p>2 Mantenimiento Autónomo <i>Inicia 2019, Integrantes 4, Frecuencia 30 días</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> * Realizar reuniones mensuales. * Este pilar es de vital importancia ya que es el encargado de seleccionar los equipos piloto, revisar las inconformidades que tiene los equipos y de velar por el avance en cada uno, a su vez se presente una buena transferencia de conocimiento entre operarios y técnicos ya que el mantenimiento es de todos los operarios, componentes y proactivos. * Selección de equipos piloto, Garantizar el cumplimiento de cada paso de Mantenimiento Autónomo, facilitar la transferencia de conocimiento entre operarios y técnicos, la idea de es disminuir los costos de mantenimiento, además se debe disminuir el tiempo de mantenimiento y aumentar la confiabilidad de las moliendas primarias, eliminar las fuentes de contaminación y realizar la limpieza en áreas de difícil acceso a las moliendas. 	<p>Conformado por el Jefe de producción (Líder) un facilitador TPM (rol que apoya a Mantenimiento Autónomo realizar seguimiento al avance de los otros pilares) y un planeador Selección de equipos de personal internos y externos para las mejoras y una evaluación de las condiciones básicas en la sección de Moliendas Primarias</p>
<p>3 Mantenimiento Planeado <i>Inicia 2019, Integrantes 4, Frecuencia 30 días</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> * Disminuir los costos de mantenimiento y aumentar la confiabilidad de los equipos de Moliendas Primarias. * Disminuir el tiempo de paro de mantenimiento mensual en las Moliendas. * La buena implementación de mantenimiento autónomo, elevando la confiabilidad y eficiencia de los equipos además de eliminar las fuentes de contaminación o averías. * Diagnostico de puesta a punto de los estándares de lubricación, la revisión del preventivo y la trasferencia de habilidades lo componen 3 ingenieros de mantenimiento y el feje de producción entrada a las áreas de difícil acceso, en paralelo esta todo el tema de seguridad. 	<p>Son miembros el Jefe de Mantenimiento (Líder), un planeador de mantenimiento y un analista de mantenimiento, también se incluye un técnico de mantenimiento Plan maestro Líder Tarjetas llenadas por el Mantenimiento Autónomo, para el progreso del TPM.</p>

<p style="text-align: center;">4 Capacitacion y Entrenamiento <i>Inicia 2019, Integrantes 3, Frecuencia 30 días</i></p>	<p>* Realizar comités y reuniones mensuales de seguimiento del pilar 4, * Además se debe establecer las matrices de habilidades y el plan de entrenamiento del personal de la sección de Moliendas Primarias y garantizar la transferencia de conocimiento de los operarios líderes a personal operativo de la sección de Moliendas. En especial * Principal objetivo es el de lograr un Academico TPM en la planta.</p>	<p>Los integrantes de este pilar son: el encargado de gestión Humana de las capacitaciones de la planta (Líder), 3 supervisores de cada departamento de la sección de Moliendas, (Operarios con mayor experiencia de la planta de calera y cercanos a su jubilación) una persona de ventas y soluciones efectivas. Se sugiere hacer un acompañamiento constante por parte de gestión humana, Plan maestro Líder.</p>
<p style="text-align: center;">5 Gestion Temprana <i>Inicia 2019, Integrantes 4, Frecuencia 30 días</i></p>	<p>* Trabajar con la metodología PMI para el personal que no esté agregado a TPM * Los integrantes de este pilar se les piden unos proyectos desde mejoras en las Moliendas hasta máquinas nuevas, los equipos nuevos los deben entregar mínimo con la inspección de los 3 pasos de mantenimiento TPM, deben entregarlas sin fuentes de contaminación, eliminar las áreas de difícil acceso e identificar los puntos de lubricación, entrenamiento y estándares. * Realizar una lista de chequeo la elabora el operario con el planeador de mantenimiento, para montar los datos en la plataforma de SAP de ARGOS S.A. Además los equipos nuevos deben cumplir con todo el tema de seguridad y medio ambiente.</p>	<p>Los miembros de este pilar son el líder de proyectos (Líder), 1 ingeniero de proyectos, 1 mecánico especializado y 1 eléctrico especializado Plan maestro Líder formato de Mejoramiento Continuo en Moliendas Primarias.</p>
<p style="text-align: center;">6 Mejoramiento de la Calidad <i>Inicia 2019, Integrantes 6, Frecuencia 30 días</i></p>	<p>* Garantizar el cumplimiento de lo exigido por el TPM, velar por proyectos para la reducción de materia prima no conforme y el índice de queja de reclamos por parte de los departamentos operativos de la planta de Calera. * Desarrollar un panorama de riesgos de calidad bajo la metodología TPM. Se sugiere hacer entregables de medición OEE del ítem de Calidad, se debe tener en cuenta los factores después de finalizar el turno los cuales afecten el indicador * Validar los datos con una matriz de defecto. * Los integrantes de este equipo junto con el asesor analizan la bibliografía de TPM para exigir inicialmente realizar una matriz por cada molienda, donde se deba dividir por subprocesos y dentro de cada subproceso evaluar cuáles podrían ser los posibles problemas de calidad tanto en el material como en los tiempos perdidos en las Moliendas por mantenimiento o fallas en las mismas. Por último exigir un caso de calidad para los grupos de mejoramiento y se va a incluir un líder de calidad por grupo.</p>	<p>Compuesto por el Jefe del sistema de Gestión Interno de producción (Líder), 1 auxiliar de control de proceso, 1 control de desperdicio, 1 persona de mantenimiento que se encarga de hacer todas las pruebas para proyectos nuevos o ensayos, 1 materia prima, 1 ingeniero de calidad, Plan maestro Líder - flujo del proyecto</p>
<p style="text-align: center;">7 Eficiencia Administrativa <i>Inicia 2019, Integrantes 2, Frecuencia 30 días</i></p>	<p>* Conformación de equipos de mejoramiento en las oficinas de la sección de operatividad de las Moliendas Primarias, en planeación 3 equipos, 1 de exportaciones, en compras conformar 2 equipos de mejoramiento, a los cuales se les pide trabajar bajo el mismo esquema que propone el Líder. * Los proyectos van encaminados a disminuir los problemas de producción por paros en las moliendas primarias. Se sugiere a cada equipo plantear e implementar ideas de mejoramiento en cada grupo unitario para los departamentos de producción, compras y mantenimiento.</p>	<p>Los integrantes de este pilar son: el Jefe de Planeación (Líder), Jefe de compras Plan maestro Líder</p>
<p style="text-align: center;">8 Seguridad y Medio Ambiente <i>Inicia 2019, Integrantes 6, Frecuencia 30 días</i></p>	<p>* En este pilar se trabaja inicialmente en las moliendas primarias (Condición o estado, guardas y dispositivos de seguridad), luego se trabaja en el entorno (la planta), y luego con las personas (comportamiento), con campañas de comportamiento, auditores de comportamiento, una fortaleza es la brigada de seguridad que este muy comprometida y actúa también como auditores de comportamiento, donde siempre hay 1 brigadista usualmente debe estar haciendo auditorías de comportamiento. * Se sugiere verificar posibles riesgos por condición que estén incluidos en el panorama de riesgos.</p>	<p>Pertenece el coordinador HSE (Líder), 1 auxiliar de medio ambiente, 2 personas fijas de la ARL, 1 médico de salud ocupacional. Plan Maestro panorama de riesgos Líder</p>

Acorde con el cuadro anterior y los formatos de herramientas del desempeño de TPM anexos, se prevé inicialmente hacer grupos de trabajo clasificados en A, B, y C para llevar a cabo un seguimiento de las moliendas primarias que se tienen en la planta según los criterios establecidos por el líder con base en el plan

maestro TPM, con el objetivo de medir el nivel crítico del proceso. Inicialmente, se escogerán 4 grupos de trabajo de mejoramiento (grupo A) por cada molienda, área de falla y de mantenimiento, quienes darán inicio a los pasos propuestos de mantenimiento TPM. Los otros 2 grupos de trabajo, serán clasificados en C y B según lo decreta el líder; estos tendrán un acompañamiento constante por parte del área de mantenimiento, se establecerán estrategias de control visual y se reportarán las mediciones en carteleras. Adicionalmente, los líderes de mantenimiento realizarán mediciones de calidad OEE y las registrarán en la plataforma SAP ARGOS el cual es un facilitador del sistema. A la par, se darán capacitaciones continuas a los operarios y técnicos en conocimientos básicos de los procesos, lo que es un factor clave para el éxito.

Los grupos de trabajo estarán conformados por 4 personas, en los tres turnos de la planta, que pueden ser: equipos de mejoramiento, operarios, supervisores, personal de mantenimiento, gerente de manufactura, jefe de planta, personal de calidad, de seguridad, de ingeniería, coordinador(a) TPM, practicante y un asesor externo. Para ello se debe hacer un incentivo económico al personal empleado en el área de moliendas, ya que existe una complejidad en el funcionamiento de estas.

Un factor clave en el proceso de cambio es el acompañamiento liderado por Operarios Líderes de la planta con quienes se realizarán entrenamientos y transferencia de conocimiento hacia el resto de los operarios, los cuales inicialmente puedan hacer una lista de estándares de chequeo en el mantenimiento preventivo. A partir de los informes presentados por los aprendices universitarios o del Sena, auxiliares, los planeadores de mantenimiento y el Jefe de mantenimiento, facilitando los indicadores de los procesos de las moliendas. Con el fin de realizar una reestructuración del área de mantenimiento, pasando de ser un área descentralizada por plantas a ser un área centralizada.

Para el inicio de la propuesta se quiere que exista una convicción de cambio de cultura operativa por parte de la gerencia de planta, la cultura que traían los operarios y técnicos (Líderes) de TPM, que se trasladaron a los grupos la cual contagie al personal, garantizando el involucramiento de todas las áreas encargadas de la sección de Moliendas Primarias, y un acompañamiento permanente de un asesor externo experimentado y capacitado. Para fortalecer el programa en el cual exista una comunicación clara y directa, se prevé hacer los anuncios por medio de carteleras, plenarios y auditorias, garantizando que toda el personal de moliendas primarias tenga la misma información.

El apoyo total desde presidencia de la planta sede Valle del Cauca, por lo cual es un factor importante de compromiso de la alta dirección, para ello se van a disponer campañas y recertificaciones permanentes de los 3 primeros pasos de Mantenimiento TPM, en unión con el Mantenimiento TPM, para garantizar el traspaso del conocimiento requerido, que lo identifica como un facilitador del recurso humano.

3. DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL REALIZADO EN EL ÁREA DE MOLIENDA PRIMARIA DE LA PLANTA MULALÓ DE CEMENTOS ARGOS.

Descripción de la planta

La planta de calera Cementos Argos S.A ubicada en la vereda Mulaló de Vijes, municipio de Yumbo en el departamento del Valle del Cauca, la cual desarrolla mes a mes un mantenimiento en los cuatro molinos:

Como se puede ver en la figura 1 de la foto 1, las bombas proporcionan el impulso mecánico de las moliendas. A su vez, en la foto 2 se pueden observar las bandas transportadoras que reúnen la roca caliza a procesar en las moliendas primarias, y en las fotos 3 y 4 se pueden detallar las moliendas primarias en funcionamiento.

Tabla 1 Operaciones de molinos.

CONCEPTO	DEFINICION
MOLINO DE BOLAS	Es un cilindro que por su movimiento y la ayuda de los cuerpos moledores reduce el tamaño de las partículas, de los minerales que se alimentan hasta alcanzar una granulometría adecuada
HIDROCICLONES	Son equipos destinados principalmente a la separación de partículas de un flujo constante de material (Mezcla de sólidos y líquidos), clasificando las gruesas de las finas.
CHUMACERA	Pieza de metal o madera con una muesca en que se descansa y gira un eje en una maquinaria y son <u>autolubricantes</u>
VALVULA NOXTRON	También se conoce como válvulas macho, poseen un dispositivo de cierre u obturador que está formado por una especie de tapón troncocónico el cual gira sobre el eje central
MANHOLE	Boca de inspección, que no es más que la placa de registro de un determinado equipo o lugar
ANILLOS DE LUBRICACION	Permiten mantener una lubricación constante en el eje del cuerpo
FOSO DE PASTA	Es un tanque de almacenamiento de pasta, el cual garantiza la cantidad y altura necesaria del material para el eficiente trabajo de la bomba de pasta de molino

Fuente: Elaboración propia con base en información de Cementos Argos, 2017.

Figura 1 Foto Moliendas Primarias



Fuente: Cementos Argos

La prestación del servicio de mantenimiento se lleva a cabo de dos maneras ya que un servicio lo opera el personal interno de Argos y el otro servicio lo operan los contratistas de mecánica de empresas contratadas para el mantenimiento. Los tipos de mantenimiento que se desarrollan son los siguientes:

- Preventivo: Inspecciones y revisiones, en sistemas de transmisión, trasporte de bombas por tubería y en la cinta de alimentación, en paro y marcha. Lo hace Argos.
- Correctivo: Lo hacen Argos o los Contratistas.
- Predictivo: Con herramientas principalmente o sensores de vibración y ultrasonido, lo hacen solo los

Contratistas.

El modo de operación consiste en que la sección de molindas primarias trabaja las 24 horas, los principales accesorios y piezas de la molienda son el cuerpo del molino, bombas, Hidrociclones, tolva y cinta; la frecuencia de lubricación de las molindas primarias se realiza semanalmente. La capacidad de la molienda primaria es de 60 a 65 toneladas/ hora.

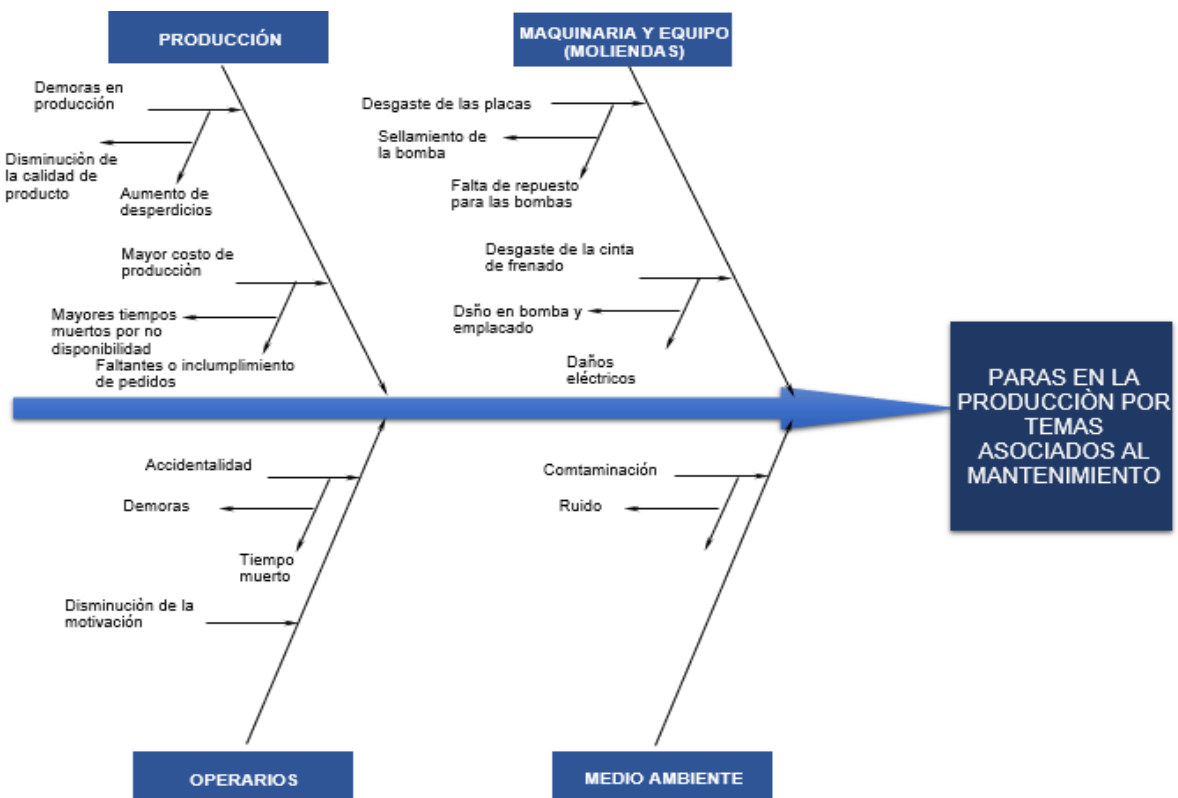
Entre las fallas principales en los molinos se encuentran: Desgaste excesivo en las bolas de acero, calibración inadecuada en los molinos, la inexistencia de formatos de cumplimiento de turno en el área de mantenimiento, constantes de polvo en los molinos. Con esta información se reconoce en primera instancia la necesidad de aplicar un tipo de mantenimiento continuo, donde se logre identificar día a día las posibles fallas, con el fin de no recurrir a unas fallas más prolongadas en hora y frecuencia.

La Empresa de cementos Argos S.A proporcionó la información de los datos registrados en los años 2017 y 2018 en los procesos de paradas de las molindas primarias (molinos de cilindros de bolas) por operaciones de mantenimiento de los molinos de la Planta. El informe muestra que se presentan paros en las molindas primarias por diversas causas, lo que ha retrasado la producción y el cumplimiento de la programación de entregas a sus clientes y ha afectado negativamente la economía de la empresa. (Argos, recuperado el 07 de febrero de 2017)

A su vez se realizó un análisis de las paradas para los años 2017 y 2018 con el fin de determinar si las fallas entre los años fueron similares. Se identificó el consolidado por causas en cada año mencionado.

A continuación se presentara las causas primarias de las paradas en las molindas primarias, en busca de abordar dichas causas para su posterior análisis.

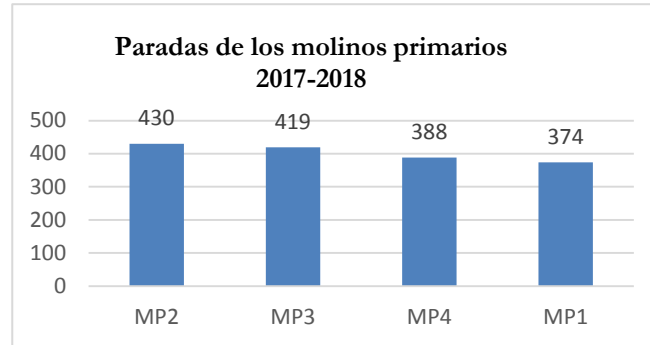
Figura 2 Diagrama Causa-Efecto paradas de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

2.2 Resultados hallados

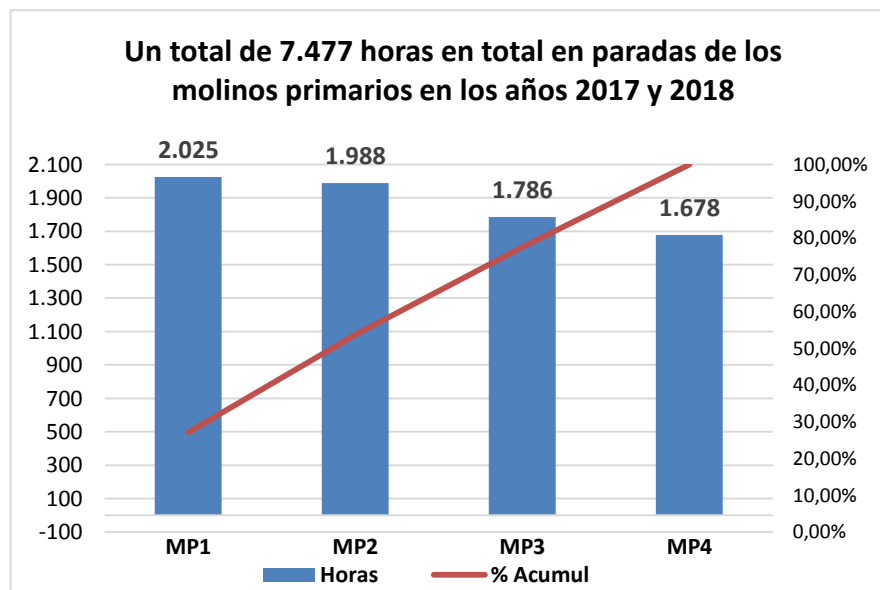
Tabla 2 Paradas de los molinos primarios



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Cementos Argos, 2017/2018.

De acuerdo con los consolidados de paradas en los años anteriores, la molienda primaria N° 2 obtuvo el mayor número de repeticiones con un total de 430 paros, seguido de la molienda N°3 con un total de 419 paros; a su vez la molienda N° 4 obtuvo 388 paros. Finalmente, la molienda N° 1 realizó 374 paros. Se puede detallar que la cantidad de paros permanecen en una línea ascendente, estas cifras fortalecen la opción de realizar una implementación del mantenimiento preventivo.

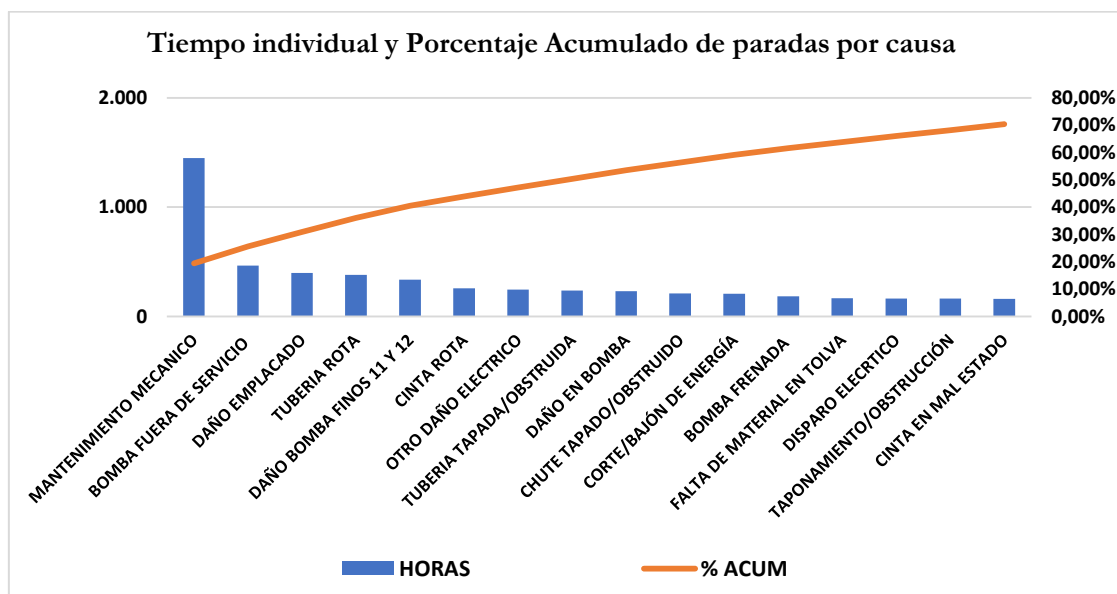
Tabla 3 Horas de paradas totales en las moliendas primarias años 2017 y 2018



Fuente: Elaboración propia, datos extraídos de Cementos Argos, 2017/2018.

De acuerdo con el consolidado de paradas en horas totales, la molienda primaria N°1 está generando mayor impacto en la eficiencia debido a que fue la que obtuvo la mayor cantidad de horas en parada (2.025) frente a la molienda primaria N°4 que obtuvo 1.678 horas en parada, siendo al de menor impacto.

Tabla 4 Número de las paradas agrupadas en las molientas primarias por causa en el año 2017 y 2018.



Fuente: Elaboración propia, datos extraídos de Cementos Argos, 2017 - 2018

De acuerdo con la información de las causas de las paradas, el mayor impacto de paradas se presentó por fallas en el mantenimiento mecánico. Existieron más causas que porcentualmente no afectaron significativamente las paradas entre las cuales están en la bomba fuera de servicio, los daños por fallas en taponamiento/obstrucción y cinta en mal estado; las dos últimas cuentan con el menor número de fallas.

De acuerdo con la gráfica el mantenimiento mecánico, el mayor número de paradas ocurrió por mantenimiento mecánico. Por lo tanto, es la causa más fuerte que atacar al momento de reducir los niveles de paros y por ende profundizar la metodología del (TPM).

4. PROPUESTA

4.1 Resultados del plan de acción TPM molinos

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) tiene como objetivo la eliminación total de las pérdidas generadas por las máquinas o equipos, lo que permite que al momento de la intervención de producción no se tengan tiempos muertos que representan finalmente un tema financiero y de costo de oportunidad. Esto a su vez, reduce a cero las averías, defectos y pérdidas de rendimiento.

“Para (León, 1998) expresa que el mantenimiento predictivo está caracterizado por dos líneas de trabajo del mantenimiento industrial que son: el análisis de fiabilidad de los equipos y las técnicas de verificación mecánica. Igualmente, de forma paralela se dan los registros de datos de comportamiento de las máquinas para el apoyo estadístico en la toma de decisiones en la optimización de las políticas de mantenimiento”.

4.2 Metodología de implementación de TPM para el pareto de fallas en los molinos:

1. Hacer una evaluación preliminar de la planta.

Semestralmente la compañía tiene la responsabilidad de dar una revisión de las principales causas de paradas de producción teniendo en cuenta los históricos de paradas y con base a estos factores, mapear la totalidad de causas asociados a los paros de producción e identificar las que son periódicas en cada segmento de tiempo estipulado.

- **Mantenimiento mecánico:** Esta parada mecánica se da principalmente en los impulsores de las molientas primarias que generan el empuje de la pasta, siendo una actividad primaria dentro de la

producción. El desgaste que se genera en la placa ocasiona una distancia entre el impulsor y la placa, sellando la bomba, que finalmente impide que la pasta salga al ambiente.

- **Bomba fuera de servicio:** Se presenta porque no hay repuestos, falta de personal, la calidad de los repuestos no es la mejor y la duración tampoco. El tabique del molino deja pasar el material afectando y tapando las bombas, principalmente porque el material que ingresa al filtro del molino es muy grande.
- **Daño en cuerpo de rodamiento:** Se genera porque el sello de taponamiento arroja el aceite y trabaja en seco lo cual afecta el cuerpo de rodamiento.
- **Daño en emplacado:** Ocasionado por su sobreuso donde se excede la vida útil.
- **Tubería rota:** Requiere de mantenimiento predictivo que actualmente no se le realiza. Adicionalmente no hay un seguimiento o algún tipo de control. Aparece el daño de repente, generado principalmente por el tiempo y el desgaste.
- **Daño en bomba:** Desgaste de las bombas de finos 11 y 12 realizan el trabajo final de la pasta de cemento.
- **Cinta frenada:** Elementos externos como piedras que obstruye la cinta transportadora, material en stand by que cae sobre la cinta y genera avería en la cinta y los rodillos que están frenados y no permiten rodar la cinta.
- **Daño eléctrico:** Se presenta por sobrecarga de energía; todos los molinos no pueden arrancar a la vez, porque se presentó un corto en la bobina del extractor, por temperatura. Falta de control en los termostatos y aislamientos de contactos de energía. El molino 1 y 2 arrancan con un impulsor de energía y el molino 3 y 4 trabajan con un transformador.
- **Tubería Tapada/ Obstruida:** Causa operativa falta de agua. Se tapa el foso, cuando el tabique está más amplio de lo que debe estar el material tapa la tubería.
- **Chute tapado / obstruido:** Sobre tamaños en el material que ingresa a las moliendas primarias, rocas muy grandes y tapa el molino por sobrealimentación del molino.
- **Corte / Bajón de energía:** Generado principalmente por lluvias, por cortes de energía, disparos de energía y del switch. La planta de energía solo funciona para las balsas.
- **Bomba frenada:** Material grueso porque el tabique está muy grande el cual deja que pase la bomba y frene la bomba.
- **Falta de material en el extractor:** la cinta está en mal estado, se dañó una de las chumaceras de la cinta que generó la quema del motor, se dañó el reductor y disparo del equipo eléctrico.
- **Disparo eléctrico:** Sobrecarga, por exceso de material, numerosos rodillos dejan acumular agua en la cinta y esta acumulación de material genera que se dispare la cinta.
- **Taponamiento / obstrucción:** El material que está muy húmedo por lluvias tapa el molino. Adicionalmente la falta de aseo en los chutes, un sobre tamaño en las rocas que ingresan y el hidrociclón envía el material y tapa la malla de finos.
- **Cinta en mal estado:** Se genera a raíz de que los sellos están frenados y se da el daño en las cintas, y exceso de servicio teniendo en cuenta la capacidad de este.

5. RECOMENDACIONES

Es necesario contar con un grupo de trabajo interno que permita soportar los mantenimientos correctivos que corresponden a aquellos que suceden cuando se genera la falla; es posible contar con esta atención el 100% del tiempo de operación de la planta. Importante hacer seguimiento a estos mantenimientos con el fin de observar la eficiencia de la reparación.

Por otro lado, se deben identificar aquellas fallas que sean continuas, ya sea por vida útil del equipo o también aspectos como el clima, es por eso que se realiza el mantenimiento predictivo que se pueden manejar en distintos rangos de periodos de tiempo anuales según las respectivas repeticiones. Es importante caracterizar todas aquellas variables que intervienen en este tipo de afectaciones, tales como la vida útil de las tuberías, el pronóstico del clima y las temporadas de temperatura, consumos de energía y otros.

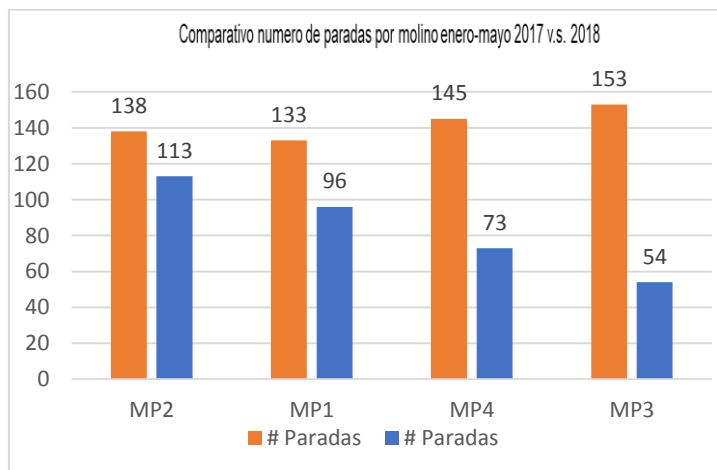
Actualmente el mantenimiento preventivo no existe, es por ello que debería haber una revisión, y ajuste cuando los molinos estén en paro y una inspección cuando las moliendas estén en marcha.

Es importante que los operarios de producción puedan manejar una bitácora, para que puedan transmitir la información de manera más precisa, la cual pueda ser evaluada cada 3 días por parte de los operarios de mantenimiento, de esta manera se podrá contar con un stock de tiempos de mantenimiento.

El mantenimiento deberá realizarse estrictamente según el cronograma propuesto de mantenimiento en la tabla 5 y seguir las recomendaciones de las especificaciones del manual del equipo y un correcto tiempo de lubricación.

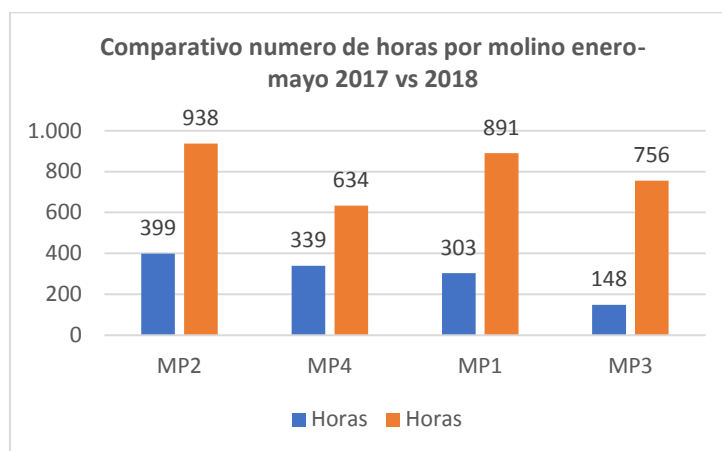
Es necesario recalcar que para poder cumplir con las proyecciones de disminución de paradas se requiera unos 4 operarios de mantenimiento en cada jornada laboral.

Tabla 6 Comparativo número de paradas por molino: enero - mayo 2017 vs. 2018



De acuerdo al consolidado del comparativo entre los años de 2017 vs 2018, la principal parada en el año 2017 se llevó a cabo en las moliendas en la molinera número 2, mientras que para el año 2018 fue para el mismo periodo se presentaron en el molino 4, a su vez existieron 282 paradas en el año 2017 para el periodo de enero hasta mayo de 2017, mientras que para el año 2018 para el mismo periodo existieron 416 paradas en total.

Tabla 7 Comparativos números de horas por molino: enero - mayo 2017 vs. 2018



Por medio del anterior gráfico podemos decir que según los datos anteriormente analizados para el periodo el mismo periodo comprendido entre enero y mayo de 2017 el molino con mayor número de horas de paradas fue el molino MP2 con 399 horas, mientras que para el mismo periodo para el año 2018 se presentaron 938 paradas.

En este periodo de estudio existió una diferencia excesiva puesto que en el periodo de 2017 los molinos estuvieron en paro un 8,20%, mientras que para el mismo periodo de 2018 existió un 22,20%, los cuales equivalen a que en el año 2018 las moliendas estuvieron en paro 50 días y para el mismo periodo de 2018 134 días, para un periodo total de 14.496 horas de paradas entre los dos años para este mismo periodo.

Finalmente cuando está en uso la maquinaria también es necesario realizar el mantenimiento en uso, de esta manera se puede identificar la eficiencia de la máquina y comparar la capacidad real de la máquina contra la capacidad teórica, hacer inspecciones, realizar limpieza, lubricación, retirar sobrante de material y es de los más importantes, es el tipo de mantenimiento que es permanente y no programado, permite hacer un seguimiento y mejora continua tanto de los daños como las aplicaciones.

Para los anteriores seguimientos, se requiere tener el registro histórico que represente las frecuencias y duraciones de daños y reparaciones. Es por eso que los indicadores de desempeño son útiles en estos casos con el fin de establecer la efectividad o no de las reparaciones una vez han sido aplicadas.

Por lo anterior, la gerencia de la organización debe darle la importancia necesaria a los tipos de mantenimiento y sus frecuencias; contar con un presupuesto para el personal adecuado y un stock de repuestos. La compañía debe contar con una empresa contratista que sirva de apoyo para el reemplazo inmediato de piezas que se necesiten, debe mantener todos sus procesos en completo para lograr la minimización de gastos relacionados con el mantenimiento.

6. Organizar el comité de dirección

Identificar los puestos directos e indirectos de mantenimiento, elaborar el plan de acción con sus respectivas fechas, y así mismo con el tipo estimado para cada una de las actividades. Se deben establecer las políticas de manejo de externos, los parámetros de respuesta ante novedades según la criticidad, análisis de especialidades y capacidades, la caracterización de los puestos de trabajo, jefes, líderes, técnicos. También contar con especialista mecánicos, eléctricos, ayudantes, auxiliares, técnicos, tecnólogos e ingenieros, el back up de pares, los capacitadores en el área, la parte de innovación en estos temas por medio del desarrollo e implementación de tecnologías.

7. Seleccionar el campeón.

Ya teniendo los recursos humanos asignados con sus respectivos tiempos, se deben asignar diferentes grupos de trabajo que velen por asegurar las mínimas paradas de operación, es por eso que se identifica la utilidad de los indicadores de mantenimiento, que permitan identificar el porcentaje de cumplimiento de novedades, cumplimiento en la efectividad de las fallas, la oportunidad de atención de los requerimientos, la disponibilidad de recursos y otros que formen el compromiso de los diferentes grupos de trabajo y dando reconocimiento a los que tienen mejores resultados globales.

8. Definir metas objetivos y planes.

Es importante tener las metas claras del mantenimiento, así como los planes, la tarea del grupo de mantenimiento es garantizar la maquinaria en buen estado para producción, cumplir con los mínimos de fiabilidad, es inevitable garantizar el 100% de disponibilidad. Es responsable de seleccionar las herramientas, maquinaria e instalaciones con calidad y vida útil adecuada. Adicional a ajustarse al presupuesto específico para estos fines.

9. Seleccionar el área piloto y equipos críticos.

Es ambicioso creer que la implementación se va a dar de forma total, la cobertura debe ser parcial, y una recomendación es iniciar por las zonas y equipos donde más se presentan las fallas. De esta manera a medida que se van estabilizando los procesos, se va ampliando la cobertura de implementación.

10. Capacitación filosófica y técnica de todo el personal

Son herramientas que deben ser periódicas, tanto para el personal nuevo y antigua con el fin de disminuir la tasa de errores. Se deben hacer actividades de mejora en lo que respecta las acciones ejecutadas por el personal. Esto permite que se haga la difusión gradual de la totalidad de actividades en toda la planta.

Objetivo de la implementación:

Implementar el TPM, tomando como referencia el mantenimiento preventivo (anticiparse a posibles fallas o paradas) y el mantenimiento continuo (con base a las reducciones entre cada año de 2017 y 2018). A partir de los resultados del análisis se procederá a realizar un cronograma de pronósticos de alertas tempranas que les indique a los jefes de mantenimiento y producción las posibles fallas que se puedan presentar y se tomen medidas preventivas antes del evento.

Cabe recalcar que para afianzar más la eficacia del mantenimiento de (TPM), se debe tener en cuenta la implementación de un sistema de alertas, se podría tomar el conteo de la relación de paradas con moliendas y establecer un rango, a manera de ejemplo, con base en un rango de 1 a 5 con color verde para paradas poco probables o ausentes, de color amarillo para paradas o repeticiones medias y color rojo para paradas muy frecuentes. Las paradas de rango de color amarillo son las que tiene que haber mayor control para que no pasen al rango crítico (color rojo). Cabe resaltar que para implementar un sistema de alertas es necesario un sistema (software) y se tenga en cuenta además la calidad e integridad de datos que garantice el ingreso,

proceso y salida de información y se obtenga los resultados esperados en una futura implementación de sistema TPM.

Se debe tener en cuenta las 5S para dar continuidad al mantenimiento productivo total:

Él se implementará sobre la base de los ocho pilares de TPM que sirven como una herramienta efectiva en la implementación de TPM.

Pilar 1: Es un proceso sistemático de limpieza de los molinos en especial el MP1 en cuanto al ambiente que lo rodea el cual involucra a los empleados. Los problemas no se pueden ver claramente cuando el lugar de trabajo no está organizado para los operarios del molino. Limpiar y organizar el lugar de trabajo ayuda al equipo a descubrir problemas.

Pilar 2: mantenimiento autónomo Este pilar tiene como objetivo preparar a los operadores para que se encarguen de las tareas de mantenimiento de rutina, lo que ayudará a liberar al personal de mantenimiento central para concentrarse en actividades de alto mantenimiento. El acto del operador de ocuparse de pequeñas tareas de mantenimiento evitará el deterioro del equipo (Panneerselvam, 2010). Pilar 3: Kaizen La palabra kaizen significa cambiar para mejor en japonés. Es esa filosofía la que se enfoca en la mejora continua de los procesos de fabricación. Kaizen se centra en las pérdidas cero, el costo en la reducción en todas las fuentes, la mejora de la eficacia general de la planta. Pilar 4: a continua de los procesos de fabricación. Kaizen se centra en las pérdidas cero, el costo en la reducción en todas las fuentes, la mejora de la eficacia general de la planta. Pilar 4: mantenimiento planificado El mantenimiento planificado apunta a tener máquinas y equipos sin problemas para producir productos libres de defectos para satisfacer los requerimientos del cliente. Pilar 5: mantenimiento de calidad El mantenimiento de calidad tiene como objetivo mantener el equipo en buenas condiciones de funcionamiento de modo que los productos de la más alta calidad se entreguen a los clientes a través de la fabricación sin defectos (Panneerselvam, 2010).

Las actividades de QM consisten en establecer las condiciones del equipo que evitan los defectos de calidad, basándose en el concepto básico de mantener el equipo perfecto para mantener la calidad perfecta de los productos. La condición se verifica y se mide en series de tiempo para que los valores de medición estén dentro de los valores estándar para evitar defectos (Venkatesh, 2007).

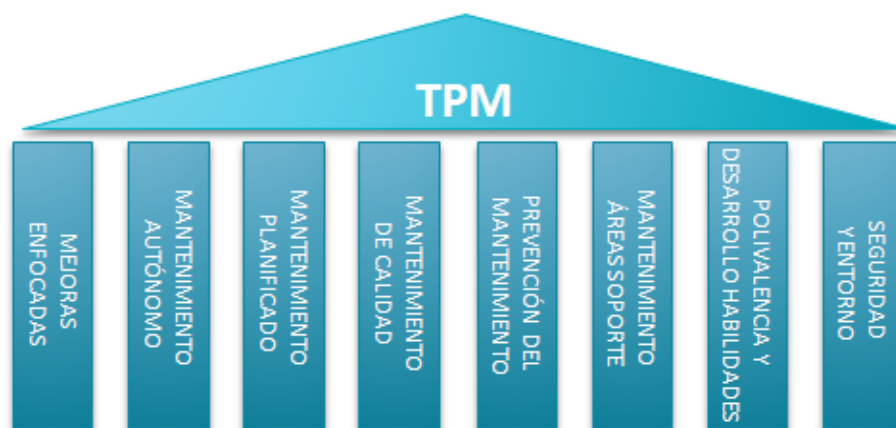
Pilar 6: entrenamiento Está destinado a tener empleados revitalizados con múltiples habilidades, cuya moral es alta y que tiene muchas ganas de venir a trabajar y realizar todas las funciones requeridas de manera efectiva e independiente. Se brinda educación a los operadores para que mejoren sus habilidades Pilar 7: Oficina TPM tiene como objetivo principal mejorar la productividad y la eficiencia en las funciones administrativas identificando y eliminando las pérdidas en ellas. Pilar 8: seguridad, salud y medio ambiente La Oficina TPM busca principalmente mejorar la productividad y la eficiencia en las funciones administrativas identificando y eliminando las pérdidas en ellas. Para ello la empresa utiliza unos formatos. (Ver anexos 1 al 4).

Estrategias de TPM en el departamento administrativo y apoyo:

Tabla 8 Indicadores de medición para metas.

INDICE	INDICADOR	MEDICIÓN	META
Productividad	*Tiempo de proceso de 6 meses *Plazos de entrega de informes mensuales	180 Días	10 días por proceso 30 días por proyecto
Calidad	*Número de errores entregados al siguiente proceso *Números de reproceso mensualmente	80,02%	5 días actividad de TPM a realizar 1 mes por proyecto
Costos	*Disminución de costos de consumibles en repuestos *Reducción del número de contratistas *Disminución en el costo de los inventarios	Numero o porcentaje	X% X Número X%
Ambiente de trabajo o seguridad, motivación y seguridad	*Accidentes de trabajo o enfermedades *Complementación de TPM con las 5's *Ideas de mejoramiento por parte de los operarios de mantenimiento y producción (persona/mes) *Participación de indicadores de calidad	Nº	Cero accidentes. Cero días de incapacidad 0 a 5 según nivel de complejidad. 4 idea por persona/mes. Número de operarios en procesos de calidad. Número de proyectos de TPM en un periodo

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Nakajima, S. (1984). Introducción al TPM – Mantenimiento Productivo Total.

Las actividades se deben enfocar principalmente al mantenimiento preventivo, para poder anticiparse a las fallas que se puedan producir con respecto a los pronósticos de los años anteriores y el sistema de alertas tempranas, para ello además se tendrá en cuenta

1. El reporte elaborado de requerimientos para las actividades de mantenimiento industrial
2. El documento elaborado para la orden de trabajo

3. La lista de verificación elaborada de la realización de las actividades de mantenimiento
Para ello se presentará un desarrollo de productos para la propuesta en una simulación del costo beneficio para su posterior análisis por parte de la planta.

Ilustración 1 Simulación costo de la parada de los molinos

Variable	Valor
Costo de la implementación	8000000
Costo parada de hora de trabajo de 1 molino	9500
Dígitela cantidad de molinos	4
Cantidad de horas de las paradas de todos los molinos	4380
Costo total de la implementación	3.2E+07
Costo Quietud de las paradas	4.161E+07

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, se evidencia desde una fórmula de simulación costo / beneficio, la viabilidad de la implementación se ve reflejada tanto en costo como en reducción de paradas y fallas de los cuatro molinos.

Hay que tener en cuenta que después de la implementación es necesario realizar un diagnóstico de la misma, para identificar los progresos paulatinos a su aplicación, asignando de esta manera, nuevas actividades al grupo de mantenimiento que deben estar ejecutadas bajo un líder o en este caso un ingeniero responsable de estos mantenimientos extras para el adecuado funcionamiento de los molinos.

Tabla 9 Presupuesto de la implementación:

REMUNERACION MES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PROFESIONAL LIDER	1	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
PERSONAL INTERNO DE APOYO(TECNICOS)	3	\$ 1.300.000	\$ 3.900.000
PERSONAL DE APOYO	14	\$ 1.300.000	\$ 18.200.000
TERCERIZACION MES			
CAPACITACIONES PRUEBAS EN VIVO (3 MESES)	6	\$ 1.000.000	\$ 18.000.000
CERTIFICACIONES	8	\$ 150.000	\$ 1.200.000
EQUIPO E INFRAESTRUCTURA			
SOFTWARE Y MANTENIMIENTO	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
SUBTOTAL			\$ 54.300.000
GASTOS GENERALES E IMPREVISTOS (5% DEL TOTAL DEL PROYECTO)			\$ 2.715.000
TOTAL			\$ 111.315.000

Fuente: Elaboración propia.

Nota 1: Los implementos correctivos se describen dentro de los cambios a las bombas, motores, mangueras o elementos que no estén en buen estado para el desarrollo del mantenimiento preventivo.

Nota 2: El programa de simulación se puede modificar de acuerdo con las necesidades o sugerencias de la empresa. El aproximado inicial que aprueba la implementación se basa en el presupuesto de inversión para la misma durante 6 meses.

Absolutamente todos los miembros del área de mantenimiento son responsables de la implementación y seguimiento del TPM, se cuenta con profesionales y técnicos en canteras, operarios de consolas, ayudantes de planta, operarios en general, y toda la parte administrativa relacionada. Todos los miembros de la compañía deben estar comprometidos con la implementación del TPM, es para beneficio individual y colectivo. Deben notificar las fallas que se evidencien en los procedimientos para aplicar los debidos procedimientos correctivos.

Existe un experto en el tema del TPM, Preston (Ingalls, 1991), presidente de Marshall Institute, la experiencia que este experto ha tenido en diferentes industrias indica que los costos de mantenimiento aumentan en un 10% - 20% por temas de capacitación y mantenimiento, adicionalmente un 15% durante los dos siguientes años iniciales al inicio de la implementación. Se hace la implementación parcial y no completa. En el mediano plazo a la implementación, indica que se reducen los costos de mantenimiento en un 25% al 30% y adicionalmente los costos de producción también se reducen, se estima que pasan 5 años para obtener estos beneficios.

Tabla Cronograma de limpieza obtenido como guía de los recursos tecnológicos.

UBICACIÓN	LABOR O TAREA	RECURRENCIA	NOTAS U OBSERVACIONES
OFICINAS Y PLANTAS	Desalojo de la basura en los molindas	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza de mesones de trabajo	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza de hidrociclones elevados (exterior)	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza de la chumacera (exterior)	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza de la válvula Noxtron (exterior)	según necesidad	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Barrido de pisos	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza de Manhole	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza Anillos de lubricación (exterior)	según necesidad	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Mantenimiento de plantas interiores cuando amerite	2 veces por semana	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza de cinta	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza de Fosos de pasta (exterior)	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza racks PLC (exterior)	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza Pantalla de control estado equipo (exterior)	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza y mantenimiento en tubería (exterior – interior)	según necesidad	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Mantenimiento en pernos de shell	semanal	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza y de chute y áreas de difícil acceso	semestral	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Mantenimiento en farval	semanal	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza y mantenimiento en bombas	semanal	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Mantenimiento en circuitos eléctricos y de energía	quincenal	Fin de semana

	Limpieza de cornisas	semanal	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza de rejillas del aire acondicionado	quincenal	Fin de semana
	Limpieza de vidrios y ventanas o cuando amerite interiores	mensual	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza de caneletas interiores	semestral	Fin de semana
	Revisión de condiciones y estado de presentación de la planta en general	permanentemente	Técnicos y Supervisores ejecutarán esta labor
	Limpieza de maquinaria y molinos	semanal	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Lavado de paneles	según necesidad	Fin de semana
BAÑOS	Desalojo de basura de tachos	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza y desinfectada de inodoros	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza y desinfectada de urinarios	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza y desinfectada de lavabos	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Barrer pisos	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Trapear y desinfectar pisos	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza de mesones	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza de espejos de baños	diario	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Limpieza de grifería	según necesidad	de lunes a viernes a partir de las 17h30
	Retiro de telarañas	quincenal	Fin de semana
PATIOS	Recoger basura	diario	de lunes a viernes a partir de las 7h30
	barrer patio	2 veces por semana	de lunes a viernes a partir de las 7h30
	baldear patio	semanal	de lunes a viernes a partir de las 7h30

11. CONCLUSIONES

Para concluir, en primer lugar, se logró identificar la necesidad que se tiene en términos de productividad, destacando principalmente dentro de la implementación del TPM los mantenimientos: Preventivo y continuo, ya que se requiere de una constante revisión a cada molino, para anticipar las posibles fallas y de esta manera actuar de forma inmediata.

Se identifica que en la planta se ha implementado un cronograma de mantenimiento muy anticuado el cual no tiene factibilidad en la eficacia de sus proyectos. Es por ello que con un plan maestro de TPM se pretende reducir la improductividad de los procesos en mantenimiento por parte de los operadores e integrar al proyecto TPM a los operarios de producción y administrativos que operen en la sección de molineras primarias. De igual manera poder hacer más eficaz el mantenimiento productivo total TPM, por medio de los 8 pilares sugeridos, basados en las 5s y la evaluación de calidad. Los resultados se miden por medio del índice de eficiencia global de las molineras después de la aplicación de TPM, involucrando a todas las áreas que operen en la sección de molineras primarias.

Se busca que a partir de los programas de desarrollo de TPM, se pase porcentualmente en horas de paradas del 15.09% al 14.68% reduciéndose en un 30% fallas generadas principalmente por los conceptos de mantenimiento mecánico, bomba fuera de servicio, daño en emplacado, tubería rota, daño bomba finos 11 y 12, cinta rota, daño eléctrico, tubería tapada/obstruida, daño en bomba, chute tapado/obstruido, corte/bajón de energía/ bomba frenada, falta de material en tolva, disparo eléctrico, taponamiento/obstrucción, cinta en mal estado. A su vez se quiere disminuir las paradas y mejorar los porcentajes de efectividad en la molinera que para el año 2018 está en un 84.91% y pasaría a un 85.32% en el año 2019 incorporando el TPM; además se reduciría los 55 días de paro en un periodo de 1 año a 53 días.

Se determinó que los obstáculos y problemas presentados durante las etapas de implantación de TPM se pueden solucionar al involucrar todas las áreas organizativas de la sección que está presentando fallas, en el programa TPM.

Además se ratifica, la importancia que tiene el involucramiento gerencial, ya que debe ser una iniciativa corporativa, de cultura del personal, compromiso de la alta dirección como iniciativa corporativa, que tenga en cuenta un aprovechamiento del benchmarking para comparar indicadores entre las fábricas, replicar mejores prácticas y visualizar futuros inconvenientes u obstáculos fortaleciendo los compromisos acordados de TPM.

Los análisis arrojaron datos estadísticos de las causas de paradas, con los cuales se realizaron pronósticos de alertas tempranas en procura de poder detectar a tiempo las posibles fallas que se puedan presentar.

Es importante recalcar que para que exista un mayor fortalecimiento de TPM, se debe utilizar estrategias de reconocimiento o premiación las cuales garanticen la sostenibilidad, motivación e involucramiento de todo el personal que opere en el área de mantenimiento durante todas las etapas e iniciativas del TPM.

A los operarios de molineras primarias se les capacite y puedan dar su transferencia de conocimiento al personal nuevo para que los operarios se apoye durante las etapas de producción de las molineras primarias, es importante recalcar que cada empresa contratista de mantenimiento tienda influencia sobre otras para determinar su importancia y eficacia en su prestación de servicios.

Se concluye por medio de la metodología de TPM, la necesidad que tiene la planta, en implementar un sistema que gestione las paradas en las molineras y pueda generar estadísticas, alarmas, predicciones entre otras, y de esta manera optimizar los procesos de molinera que se puedan presentar en eventuales paradas.

I. BIBLIOGRAFÍA

- Aranguren Medina, A. (. (2015). *Implantacion exitosa del TPM en la indutria colombiana* . Medellin : Universidad EAFIT Escuela de Ingenieria, Departamento de Ingenieria Mecánica .
- Argos. (recuperado el 07 de febrero de 2017). *Informe de datos consolidados molinos primarios planta mulaló - Valle del cauca. Yumbo : Argos S.A Recuperado el 07 de febrero de 2007.* Yumbo - Valle del cauca: ARGOS S.A.
- Bejarano Garcia, M., & Basabe Diaz, F. (2009). *Estudio del impacto generado sobre la cadena de valor a partir del diseño de una propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo en la Cantera Salitre Blanco de Aguilar Construcciones S.A. (Trabajo de grado).* Universidad javeriana, Bogotá. Recuperado el 15 de febrero de 2017, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7237/Tesis226.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benítez Hernández, L. E. (1998). Mejoramiento Continuo por Medio del Mantenimiento Productivo Total. *Clase Empresarial*, 59(1), 88-91.
- Chan, L. (2015). Implementation of total productive maintenance: a case study. *International Journal of Prod Econ*, 95(1), 71-94.
- Francisco Javier Cárcel Carrasco, C. R. (2012). *Principios básicos de la Gestión del Conocimiento y su aplicación a la empresa industrial en sus actividades tácticas de mantenimiento y explotación operativa : Un estudio cualitativo.* Madrid - España: Universidad Politécnica de Valencia (Spain).
- García Garrido, S. (2012). *TPM - Total Productive Maintenance.* Madrid - España: Recuperado del portal: mantenimiento Petroquímica.
- García Palencia, O. (2006). *Herramientas Estratégicas de Confiabilidad Operacional.* Recuperado el 21 de Mayo de 2018, de https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiblNGKnLzbAhXLtVvKHQJuDIUQFghNMAQ&url=http%3A%2F%2Frepository.uptc.edu.co%2Fbitstream%2F001%2F1306%2F1%2FRED-79.pdf&usq=AOvVaw1aEJMKq4qsTndmi_qbUAz2
- Gonzalez, J. R. (1997). *IMPLEMENTACION DEL MPT EN UNA INDUSTRIA CEMENTERA* . Monterrey: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON.
- Ingalls, P. (1991). *El costo de implementar TPM. Obtenido de ¿Cuánto Cuesta Implementar TPM?:* . http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/costtoimplementtpm.htm.
- Kunio, S. (1991). *Programa de desarrollo del TPM* . Madrid España : Edicion en español Tecnología de gerencia y producción S.A Pp.35-40.
- León, F. C. (1998). *Tecnología del mantenimiento industrial* . Murcia - España : Universidad de Murcia .
- Levitt, J. (2010). *TPM Reloaded – Total Productive Maintenance.* New York: Industrial Press. Inc.
- López Arias, E. A. (2009). *El mantenimiento produtivo total TPM y la importancia del recurso humano humano para su exitosa implementacion.* Bogota: Pontificia Universidad Javeriana .
- López Gumucio, R. (2005). *La calidad total en la empresa moderna perspectivas* . Cochabamba: Bolivia. : Universidad Católica Boliviana San Pablo.
- MEDINA, J. A. (2015). *IMPLANTACIÓN EXITOSA DE TPM EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA.*

MEDELLIN - COLOMBIA: UNIVERSIDAD EAFIT.

- Mora, E. (2012). *The right ingredients for a successful TPM or lean implementation*. New York: Prentice Hall.
- Nakajima, S. (. (1991). *Introducción al TPM - Mantenimiento Productivo Total Instituto Japonés de Mantenimiento de plantas*. Madrid: España : Traducción al español (1991). Recuperado de <https://documents.tips/documents/introduccion-al-tpm-de-seiichi-nakajima.html>. Obtenido de Recuperado de <https://documents.tips/documents/introduccion-al-tpm-de-seiichi-nakajima.html>: Recuperado de <https://documents.tips/documents/introduccion-al-tpm-de-seiichi-nakajima.html>
- Nakajima, S. (1988). *TPM development program: implementing total productive maintenance*. Cambridge: Productivity Press.
- PALENCIA, O. G. (2004). *EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL Y SU APLICABILIDAD INDUSTRIAL*. Tunja Boyaca: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Panneerselvam, R. (2010). *Production and Operations Management*. New Delhi: PHI Learning Private Limited.
- Ríos, M. (2010). *Estrategias y Factores de éxito en la implementación de TPM*. Barcelona, España: Reverté.
- Sacristán, F. R. (2001). *Mantenimiento Total de la Producción (TPM) Proceso de Implnatacion y desarrollo* . Madrid : Fundación Confemetal .
- Sánchez, F., Pérez, A., Sancho, J., & Rodríguez, P. (2007). *Mantenimiento Mecánico de Máquinas*. Castellón de la Plana, España: Universitat Jaume I Recuperado el 23 de Abril de 2017, de https://books.google.es/books?id=4oZdks_uORsC&pg=PA7&dq=Definici%C3%B3n+del+concepto+mantenimiento+industrial&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiq2cLCw4bWAhUD5CYKHXPUCu0Q6AEIPDAE#v=onepage&q=Definici%C3%B3n%20.
- Shirose, S. (2004). *P-M Analysis: AN ADVANCED STEP IN TPM IMPLEMENTATION*. Boston: Prentice Hall.
- Torres, L. D. (2016). *Gestión Integral de Activos Físicos y Mantenimiento*. Buenos Aires: Alfa Omega.
- Venkatesh, J. (2007). An introduction to total productive maintenance (TPM). *An introduction to total productive maintenance (TPM)*, 18.

Anexos

Anexo 1: Tarjetas llenadas por el mantenimiento autónomo para el progreso de TPM.

TPM	Nº	/-/-/
Mantenimiento Autónomo		
Pasos		
Instalación		
Fecha	-----	
Turno	A-B-C	
Nombre		
Problema	Perdida de aceite en el chete de molienda N° __	

Fecha de Reparación	/-/07/2018
Reparado por	-----
Descripción de la Reparación :	-----
Reemplazo de manguera y conector de reposición de aceite en molienda N° --	

Anexo 2 Mejoramiento Continuo en Moliendas Primarias - Hoja de Control de Reuniones

Paso	Fecha	Reunión N°	Hora Inicio	Hora Final
Puntos principales de esta reunión				
Acciones A Realizar Antes de la Próxima Reunión			Responsable	
Fecha Próxima Reunión: Hora: Lugar:				
Temas a tratar:				
Asistentes				
Nombre	Firma		Evaluación de asesores Herramientas aplicadas	
			ASPECTOS A MEJORAR	
Puntualidad: _____				
Participación: _____				
Efectividad: _____			FIRMA	

Anexo 3 Distribución logística de responsabilidades

ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO / MEJORAS	PERSONA L PRODUCCION	PERSONAL MANTENIMIENTO
Producción	Preparación y ajuste	*	
	Operación	*	
Mantenimiento Autónomo	Limpieza	*	
	Engrase	*	
	Aprietes mecánicos	*	
	Otros diarios	*	
Mantenimiento Preventivo	Inspecciones y comprobaciones	*	*
	Actividades periódicas de mantenimiento		*
Mantenimiento correctivo	Averías reparables desde el puesto de trabajo	*	
	Averías no reparables desde el puesto de trabajo		*
Mejoras	Operativas	*	*
	Automatización y calidad		*
	Controles y concepción global		*