Sistemas de gestión en mantenimiento: propuesta de un TPM en una empresa productora de marcos y molduras de la región

Maintenance management systems: proposal for a TPM in a company producing frames and moldings in the region

FORNÉS-RIVERA, René Daniel†*, CONANT-PABLOS, Marco Antonio, CANO-CARRASCO, Adolfo y GUTIÉRREZ-BELTRÁN, Roberto Carlos

Instituto Tecnológico de Sonora, México.

ID 1^{er} Autor: René Daniel, Fornés-Rivera / ORC ID: 0000-0002-7438-0056, Researcher ID Thomson: G-3906-2018, arXiv ID Author: rene_fornes, CVU CONACYT ID: 280435

ID 1^{er} Coautor: Marco Antonio, Conant-Pablos / ORC ID: 0000-0002-3364-3702, Researcher ID Thomson: G-3911-2018, arXiv ID Author: MConant, CVU CONACYT ID: 687331

ID 2^{do} Coautor: Adolfo, Cano-Carrasco / ORC ID: 0000-0002-3392-3667, Researcher ID Thomson: G-5035-2018, arXiv ID Author: adolfo.cano, CVU CONACYT ID: 266064

ID 3^{er} Coautor: Roberto Carlos, Gutiérrez-Beltrán / ORC ID: 0000-0003-2420-3358, PubMed Autor ID: roberto_gutierrez

DOI: 10.35429/JTIP.2020.10.4.11.17

Recibido: Enero 15, 2020; Aceptado: Junio 30, 2020

Resumen

Esta investigación se desarrolla en una empresa elaboradora de marcos y molduras y aborda la necesidad de desarrollar un programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM), a consecuencia de falta de disponibilidad de maquinaria y equipo; y de capacitación que afecta las operaciones de mantenimiento, las cuales no son realizadas correctamente ocasionando costos. Actualmente se tiene un 76% de disponibilidad de maquinara; un 78% en equipos; un 42% en capacitación y costos en promedio mensual en maquinara de \$15,260 pesos; y en equipo de \$1,860 pesos, en cuanto a los costos de mantenimiento no se cuenta con registros globales. El objetivo consistió en realizar una propuesta de actividades de mantenimiento, a través de la metodología TPM; para contar con un programa de mantenimiento actualizado. El procedimiento fue: Describir el área bajo estudio; describir la situación del área bajo estudio; establecer políticas y metas TPM; identificar fallas en maquinaria y equipo y desarrollar el programa de mantenimiento. Se contribuyó con la aportación de un programa de mantenimiento compuesto de: calendario, registros de equipos en existencia, mantenimiento correctivo y preventivo, programación de mantenimientos, registros de costos por mantenimiento y catálogo. Cumpliendo así con el objetivo de esta investigación.

Programa, Mantenimiento, TPM

Abstract

This research is carried out in a company that produces frames and moldings and addresses the need to develop a Total Productive Maintenance (TPM) program, as a result of the unavailability of machinery and equipment; and training that affects maintenance operations, which are not performed correctly causing costs. Currently there is a 76% availability of machinery; 78% in equipment; 42% in training and monthly average costs in machinery of \$ 15,260 pesos; and in equipment of \$ 1,860 pesos, in terms of maintenance costs there are no globales records. The objective was to carry out a proposal for maintenance activities, through the TPM methodology; to have an updated maintenance program. The procedure was: Describe the area under study; describe the situation of the area under study; establish TPM policies and goals; identify failures in machinery and equipment; and develop the maintenance program. It was contributed with the contribution of a maintenance program composed of: calendar, records of equipment in stock, corrective and preventive maintenance, maintenance scheduling, records of maintenance costs and catalog. Thus fulfilling the objective of this investigation.

Program, Maintenance, TPM

Citación: FORNÉS-RIVERA, René Daniel, CONANT-PABLOS, Marco Antonio, CANO-CARRASCO, Adolfo y GUTIÉRREZ-BELTRÁN, Roberto Carlos. Sistemas de gestión en mantenimiento: propuesta de un TPM en una empresa productora de marcos y molduras de la región. Revista de Tecnologías en Procesos Industriales. 2020. 4-10:11-17.

* Correspondencia al Autor: (Correo electrónico: rene.fornes@itson.edu.mx)
† Investigador contribuido como primer autor.

Introducción

Desde que el hombre creó máquinas que le permiten agilizar su labor o bien producir bienes a gran escala para la satisfacción de un mercado, estas han presentado problemas que les impiden tener un funcionamiento óptimo. (Escárcega y Márquez, 2015). De tal manera que lo que se busca es disminuir al máximo el mantenimiento y paros en la empresa, los cuales causan pérdidas sustanciales de recursos. (Chanta, 2017). Castañeda (2017); González (2016); Bermúdez-Puente (2019); y Contreras (2016) coinciden en que el mantenimiento es la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión realizada durante el ciclo de vida de un elemento, destinada a conservarlo o a devolverlo a un estado en el que pueda desempeñar la función requerida, logrando que los objetivos de la empresa se alcancen y se mantengan consistentes y sosteniblemente en el tiempo; a su vez **Mantenimiento Industrial:** contempla acciones y aspectos dentro de la industria, siendo la cantidad y la calidad en el sector de la producción; Bermúdez-Puente (2019). Para Mora (2009) y Mantenimiento mundial (2013) el mantenimiento se clasifica en: **Mantenimiento correctivo:** reparación o sustitución de un equipo una vez que este ya ha fallado; **Mantenimiento preventivo:** consiste en reacondicionar o sustituir los componentes de un equipo o el equipo en su totalidad; **Mantenimiento predictivo:** consiste en realizar inspecciones a intervalos regulares de tiempo y tomar acciones para prevenir las fallas y sus consecuencias, incluyendo inspecciones con instrumentos o con los sentidos del hombre; **Mantenimiento detectivo:** es la inspección regular de las funciones internas de los equipos para ver si están fallando y en su caso repararlas; **Mantenimiento mejorativo:** es la modificación o rediseño de las condiciones originales del equipo o la manera de su instalación; **Mantenimiento Productivo Total (TPM),** es definido como la eliminación de las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. **Mantenimiento:** Para mantener siempre las instalaciones en buen estado; **Productivo:** Está enfocado a aumentar la productividad; **Total:** Implica e incluye a la totalidad del personal. (García, 2012).

A diferencia de los anteriores, el TPM es una metodología flexible y fácilmente adaptable que reduce pérdidas y genera mejoras en la eficiencia, reducción de costos, de tiempos, de entrega de productos, mejoras y aseguramiento de la calidad; aumenta la seguridad de las condiciones de equipos y los comportamientos de las personas; el TPM se desarrolla desde la capacitación intensiva y extensiva, en la metodología y desde el ejemplo de los líderes jerárquicos. A partir de esto, la inversión en capacitación y entrenamiento de las personas es elevada (Trujillo, 2016).

Para García (2012) este sistema está basado en la concepción japonesa del mantenimiento al primer nivel, en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas cosas, entre otras, para Torres (2017) centra el programa en el factor humano asignando tareas que deben ser realizadas en pequeños grupos, mediante una dirección motivadora; con lo anterior se logra una mayor disponibilidad de equipos. Para Zavala (2018) y Cárdenas (2018) la definen como la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas durante un determinado intervalo de tiempo y confianza; en la práctica, la disponibilidad es el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar.

Para Soto (2018) un indicador es la cuantificación o la traducción numérica de las dimensiones, las cuales deben estar representadas de forma clara y precisa. Según López y Valdiviezo (2017) los indicadores facultan a evaluar de manera óptima el funcionamiento del sistema de gestión de mantenimiento y planificar actividades acordes a las metas y objetivos trazados por el departamento, los cuales son: **Confiabilidad.** Capacidad de un activo para realizar una función requerida; **Mantenibilidad.** Permitirá la predicción, evaluación y mejora de las decisiones; **Disponibilidad.** Capacidad de que el equipo opere bajo condiciones estables; **Fiabilidad.** Operación de equipos durante un determinado periodo de tiempo bajo condiciones ambientales normales.

De forma implícita están los costos; los cuales para Muyulema, Pucha y Ocaña (2020) y Aguirre (2018) son los gastos ineludibles para mantener una línea de producción; y con relación a estos últimos; Torres (2017) sostiene que la disminución del presupuesto limita la cantidad de inversiones programadas para mantener la empresa en su nivel óptimo; afectando su productividad; para Gutiérrez y Huaman (2014); López (2018) y Vásquez (2018) la definen como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados, en la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados. La empresa bajo estudio se dedica a la fabricación de espejos, gicleés, óleos, litografía y arenado para decoración, cuenta con una plantilla de 81 empleados. El mercado al que atiende incluye a tiendas departamentales, grandes cadenas comerciales, hotelería, mueblerías, tiendas de decoración (Empresa, 2020). En esta empresa, como en cualquier otra, es muy importante contar siempre con la mayor disponibilidad de equipos con los que cuenta para poder operar de manera correcta, cumplir con los pedidos de los clientes y cuidar los equipos que son empleados para producir valor económico. Actualmente la empresa bajo estudio no cuenta con un programa de mantenimiento actualizado lo cual le ha generado deficiencias en los siguientes indicadores del año 2015 al 2019, los cuales son: disponibilidad de maquinaria con un 76%; de equipo con un 78%; un 42% en capacitación y en cuanto a los costos de mantenimiento no se cuenta con registros históricos exactos. Finalmente, la organización desea aumentar la disponibilidad de equipos en las áreas de interés, cuantificar los costos de mantenimiento realizados en los equipos y maquinaria e incrementar la capacitación a los operadores. Por lo que se planteó la necesidad de realizar una propuesta de actividades estructuradas, a través de la metodología TPM; para contar con un programa de mantenimiento actualizado.

Metodología

El objeto de estudio fue el área de producción de la empresa. Los materiales fueron metodologías utilizadas por Nakajima (1991), Tokutara (1996) y Socconini (2008); y Cartas de Atención Básica y Técnica de Mantenimiento de máquinas y equipos (Empresa, 2020).

El procedimiento fue: 1) describir el área bajo estudio; 2) describir la situación del área bajo estudio; 3) establecer políticas y metas TPM; 4) identificar fallas en maquinaria y equipo y 5) desarrollar el programa de mantenimiento.

Resultados

Se presenta el resultado obtenido en el cual existen tablas, las cuales por su tamaño sólo se presentará una parte.

1) Describir el área bajo estudio

Se realizó una distribución de planta (ver Figura 1).

Figura 1 Distribución de planta

Fuente: Empresa (2020)

La distribución muestra: extrusión (G), carpintería y moldes (H), colado (E) el área de acabado y resane está situada enfrente del área de colado, el área de corte (C), empaque y montaje (B), oficinas administrativas (D), la letra (F) representa el área de entrada general de los empleados, así como de vehículos pequeños y finalmente embarque (A).

De acuerdo al supervisor de producción y al jefe de mantenimiento, las máquinas más críticas para sostener la producción, son: Extrusora, Hennecke, Caseta de pintura, Chiller, Alfaro, Sierra INMES, Grapadora Italiana, a su vez los equipos son: Pistola de grapas, Router, Cepillo eléctrico, Abanico, Pistola de flechas y Pulidora.

2) Describir la situación del área bajo estudio

Se realizaron dos tipos de reporte de fallas los cuales se pueden utilizar para cualquier área. Los operadores pueden registrar las fallas de las máquinas y equipos, ver figura 2, con el fin de tener un control diario.

Mantenimiento o Semanal	Reporte de fallas de Máquinas / Equipos	Verdadero	LOG O
No. de solicitud:			
Máquina:			
No. activo:			
Tipo de daño	Mecánico	Eléctrico	Básico
Descripción de la falla			
Grado de prioridad	Extra urgente	Urgente	Normal
Observaciones			
Fecha de falla:			
Solicitante:		Aprobado:	
Contacto:		Autorizado por:	

Figura 2 Reporte de fallas de Máquinas/Equipos
Fuente: Empresa (2020)

3) Establecer políticas y metas TPM

Por medio de una entrevista no estructurada con el coordinador de calidad, se pudieron establecer las políticas y las metas que se tienen en la planta. Las políticas de mantenimiento son:

- Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.
- Maquinaria y equipo disponibles el mayor tiempo posible.
- Atención de fallas presentadas rápidamente
- Realizar mantenimiento a maquinaria y equipo en el tiempo definido.
- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento.
- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento.

Las metas de mantenimiento son:

- Capacitación a operadores actual es del 42 %, la meta es del 95 %.
- Disponibilidad de máquinas es del 76 %, la meta es del 95 %.
- Disponibilidad de equipo es del 78 %, la meta es del 100 %.
- Encargados de realizar mantenimiento básico, en la actualidad no hay, la meta es todos los operadores.
- Registros de fallas en máquinas y equipo no existen, la meta es el 100 %.

4) Identificar fallas en maquinaria y equipo

Con ayuda de entrevistas no estructuradas al coordinador de calidad, alta dirección y la experiencia de los operadores de la planta se pudieron determinar las fallas que se presentan en las máquinas y equipos seleccionados, Ver Tabla 1.

Nombre	Fallas
Pistola de grapas	Alimentador de energía con cortos circuitos Cartucho con grapas estancadas Boquilla oxidada
Extrusora	Fallas eléctricas en tablero de control Falla en motor por falta de lubricación Aspiradora estancada por falta de limpieza Circuitos en mal estado
Hennecke	Falla eléctrica en tablero de control Cabezal en mal estado por falta de limpieza Fuente de poder en mal estado Falla en cabezal por falta de lubricación
Caseta de pintura	Depósito de agua tapado por falta de limpieza Falla eléctrica en tablero de control Falla en bomba de caseta por falta de lubricación
Router	Falla eléctrica en alimentador de corriente Falta de potencia en ventilación de motor Mandril en malas condiciones y poca potencia
Cepillo eléctrico	Perilla de ajuste endurecida por falta de limpieza Falla eléctrica en alimentador de corriente Tapa de correa empolvada por falta de limpieza
Chiller Alfaro	Falla eléctrica en tablero de control Falla en indicador por estancamiento de suciedad Falla en compartimiento inferior
Abanico	Falla en baleros por falta de lubricación Falla eléctrica en conector eléctrico Falla en aspas de abanico por falta de limpieza
Pistola flechas	Alimentador de energía con cortos circuitos Cartucho con grapas estancadas Boquilla oxidada
Pulidora	Entrada de aire comprimido oxidada Salida de aire tapada con aserrín Falta de lubricación a entrada de aire comprimido
Sierra INMES	Discos de corte endurecidos por falta de limpieza Falta de lubricación en motor de aspiradora y sierra Falla eléctrica en caja de control

Grapadora Italiana	Falta de lubricación en grapadora y filtros de aire Pedal accionador atorado por falta de limpieza Falla eléctrica en tablero de control Manómetro desconfigurado
Elevador	Botones de elevador endurecidos Falta de lubricación en motor Parte baja llena de escombros por falta de limpieza

Tabla 1 Fallas identificadas en maquinaria y equipos

Fuente: Empresa, (2020)

5) Desarrollar el programa de mantenimiento

Se realizó un programa de mantenimiento el cual contiene actividades diarias y semanales que tienen que realizar los operadores en la maquinaria y equipos, las cuales ayudarán a mantener en mejores condiciones y prolongar la vida útil de los mismos. La figura 3 muestra un formato (se muestra sólo un ejemplo) del programa de mantenimiento.

Área: Mantenimiento		Versión: 1		LOGO	
Equipo:		Mes:		Año:	
Modelo:					
No. Activo:					
Área a la que pertenece:					
Día	Descripción	Requisitos	Responsable	Semana	Observaciones
				S1S2S3S4	

Figura 3 Formato de mantenimiento

Fuente: Empresa (2020)

De igual forma, se actualizaron cartas de atención básica y atención técnica de la maquinaria y equipo, (se muestra sólo un ejemplo) ver figura 4.

LOGO

Carta de atención técnica
Mantenimiento técnico

Área: Extrusión

Carta No. 1 de 1

Equipo/Herramienta: Extrusora

Elementos

1.- T. resistencias
2.- M. velocidad
3.- Aspiradora
4.- Ventiladores
5.- M. aspiradora
6.- Circuitos
7.- Motor de cañón

MES	Limpiar	Revisar	Lubricar
Enero			
Febrero	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	5, 7
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	5, 7
Julio			
Agosto			
Septiembre			
Octubre			
Noviembre			
Diciembre	1, 2, 3, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	5, 7

Figura 4 Mantenimiento a extrusora. Ejemplo de carta de atención técnica

Fuente: Empresa (2020).

Se realizó un sistema en Excel, el cual comprende: 1) Inicio: Muestra las partes o componentes del sistema de mantenimiento como: Calendario, registros de equipos en existencia, mantenimiento preventivo y correctivo, programa de mantenimiento, registros por costo de mantenimiento y catálogo (ver figura 5); 2) Calendario: Registro de actividades, fecha para el mantenimiento, tipo de mantenimiento, encargado del servicio, preventivo o correctivo, año, mes y registro de citas; 3) Listado de máquinas y equipos integrado por: Clave, Nombre, Marca, Modelo y agregar equipo; 4) Mantenimiento correctivo y preventivo con la clave el nombre y la descripción de cada máquina y equipo; 5) Lista de verificación (programación del mantenimiento), fecha, clave del equipo, nombre del equipo, nivel de importancia (alto, medio y bajo), tipo de mantenimiento, descripción de actividades, costo del mantenimiento y agregar mantenimiento; 6) Registros de costos por mantenimientos realizados, el cual se compone de (fecha, encargado del servicio, clave del equipo, nombre del equipo, nivel de importancia, tipo de mantenimiento, descripción de trabajos y costos del mantenimiento); y 7) Catálogo de máquinas y equipos en existencia, compuesto por (clave, nombre, la foto de cada equipo y cada máquina), ver figura 5.

Figura 5 Imagen ilustrativa de programa de mantenimiento

Fuente: Empresa (2020)

Conclusiones

Se desarrollaron 13 programas de mantenimiento productivo total, de las máquinas y equipos más críticos para sostener la producción; por lo que se cumplió con el objetivo, debido a que se elaboró una propuesta de TPM que de implementarse podría ayudar a mejorar los indicadores de disponibilidad de maquinaria y equipos, costo de mantenimiento y capacitación al personal de producción.

Recomendaciones

Replicar el proyecto para todas las máquinas y equipos; concientizar a operadores la importancia que tiene su participación para prolongar la vida útil de la maquinaria y el equipo; generar una mentalidad de cuidado acerca de los activos; dar seguimiento en el cumplimiento del plan de mantenimiento; y realizar capacitaciones al personal de mantenimiento.

Referencias

Aguirre, M., (2018). *Mejora del proceso de llenado de escoria para reducir los costos en el área generación de vapor, de la empresa Casa Grande S.A.A., 2018.* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. Recuperado el 15 de abril de 2020 de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/25230/aguirre_mj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bermúdez-Puente, J.D. (2019). *Gestión de mantenimiento para los equipos productivos de la empresa Publicidad & Impresos, usando algunos pilares de la filosofía TPM (Mantenimiento Productivo Total).* (Tesis publicada). Universitaria Agustiniiana, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, Bogotá D.C., Colombia. 2019 en: <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/1112/BermudezPuentes-JulianDavid-2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Cárdenas, L. (2018). *Influencia del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la disponibilidad mecánica de los equipos Scaler en la Unidad Minera Yauli* (Tesis de pregrado). Universidad nacional del centro del Perú, Huancayo, Perú. Recuperado el 01 de febrero de 200 de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4498/Cardenas%20L.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castañeda, R., (2017). *Plan de mantenimiento preventivo basado en la norma ISO 55000 para mejorar la disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa metalmecánica Maz Ingenieros contratistas S.A.C.* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. Recuperado el 10 de abril de 2020 de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/23052/casta%c3%b1leda_rl.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chanta, C. (2017). *Análisis para la gestión de activos fijos en función del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y la norma ISO 55 000 para una Contreras, Q. (2016). Plan de mantenimiento de equipos de movimiento de tierra por criticidad para tener máquinas disponibles en la municipalidad provincial de Yauli la Oroya* (Tesis de pregrado). Universidad nacional del centro del Perú, Huancayo, Perú. Recuperado el 02 de mayo de 2020 de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1573/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Empresa S.A. de C.V. (2020). *Informe general.* Recuperado el 24 enero de 2020 de <http://www.empresa.com/>

Escárcega, F., y Márquez, P. (2015). *Plan de mantenimiento preventivo en el área de corte y maquinado de Industrias Vázquez S.A. de C.V.* (Tesis de licenciatura). Instituto tecnológico de Sonora, Cajeme, México. Recuperado el 04 mayo de 2020 de https://drive.google.com/open?id=1z8V_tEFxTOV7ThI7PuxTIH4pRTMpRuiM

García, G. (2012). *TPM – Total Productive Maintenance.* Recuperado el 02 de marzo de 2020 de <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>

González, G. (2016). *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C.* (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú. Recuperado el 13 de febrero de 2020 de <https://core.ac.uk/download/pdf/94867568.pdf>

Gutiérrez, H., & Huaman, A. (2014). *Influencia de la motivación laboral en la productividad en la financiera uno Oechsle - Huancayo.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Huancayo, Perú. Recuperado el 15 de abril de 2020 de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2474/Gutierrez%20HuamanHuaman%20Araujo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López, R., & Valdiviezo, C. (2017). *Optimización del sistema de gestión de mantenimiento de la maquinaria pesada del Gobierno autónomo descentralizado de la provincia del Cañar, a través de la gestión por procesos.* (Proyecto técnico de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador. Recuperado el 28 de febrero de 2020 de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14308/1/UPS-CT007027.pdf>

López, Z. (2018). *Cultura organizacional y productividad. Estudio de caso en una microempresa productora de botanas* (Tesis de pregrado). Facultad de Contaduría y Administración, Metepec, México. Recuperado el 18 de marzo de 2020 de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95193/TESIS%20Omar%20L%C3%B3pez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mantenimiento Mundial. (2013). *Tipos de mantenimiento.* Recuperado el 28 de enero de 2020 de <http://www.mantenimientomundial.com/tipos.aspx>

Mora, G. (2009). *Mantenimiento, planeación, ejecución y control.* Alfa omega Grupo Editor, S.A. de C.V., México. Recuperado 17 de marzo de 2020 de https://www.academia.edu/37071909/Libro_Mantenimiento_Alberto_Mora_1ed_1

Muyulema-Allaica, C. A., Muyulema Allaica, J. C., Pucha Medina, P. M., & Ocaña Parra S. V. (2020, 01, 04). *Los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad de una empresa avícola integrada del Ecuador: caso de estudio.* *Visionario Digital.* Recuperado 19 de febrero de 2020 de <http://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/VisionarioDigital/article/view/1089/2615>

Soto, S. E. (2018). *Variables, dimensiones e indicadores en una tesis.* Recuperado el 10 abril de 2020 de <https://tesisciencia.com/2018/08/20/tesis-variables-dimensiones-indicadores/>

Torres, R. (2017). *Propuesta de implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la disminución de costos de mantenimiento, aplicado en planta de pulpa en la empresa Trupal S.A.* (Tesis de pregrado). Universidad privada del Norte, Trujillo, Perú. Recupero el 15 de marzo de 2020 de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13603>

Trujillo, H. (2016). *Adaptación de la metodología Tpm en empresas pequeñas y medianas (pymes) del subsector panificador* (Tesis de maestría). Universidad EAFIT, Medellín, Colombia. Recuperado el 19 de abril de 2020 de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11874/TrujilloHernandez_LuisEduardo_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Vásquez, P. (2018). *Estudio realizado con agentes de la PMT de la municipalidad dZavala,* N. (2018). *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos médicos en essalud – virú 2018* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú. Recuperado el 05 de mayo de 2020 de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/26894/zavala_nm.pdf?sequence=1&isAllowed=y