



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y DISPONIBILIDAD
DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS EN EL SECTOR
MINERO, 2015-2020. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en **Ingeniería Industrial**

Autor:

Zamir Franks Galloso Cruzado

Asesor:

Mg. Ing. Karla Rossemary Sisniegas Noriega
Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Eres una mujer que simplemente me llena de orgullo, te amo y no existirá manera de retribuir todo el apoyo que me has brindado en el desarrollo de mi formación personal y mi desarrollo académico. Esta tesis es un logro más que llevo a cabo, y sin lugar a dudas gracias a ti, tu compañía y amor.

Te doy mis más sinceras gracias, madre.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradecer a todos los docentes, personas de gran sabiduría que han contribuido a mi desarrollo académico y ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro. El proceso no ha sido sencillo, pero agradezco todos sus esfuerzos por transmitirme los conocimientos impartidos.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
RESUMEN.....	6
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	10
CAPÍTULO III. RESULTADOS	13
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	23
Discusión.....	23
Conclusiones	25
Bibliografía	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	13
Tabla 2.....	14
Tabla 3.....	14
Tabla 4.....	15
Tabla 5.....	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	11
Figura 2	13
Figura 3	14
Figura 4	14

RESUMEN

El presente trabajo de revisión sistemática de la literatura científica, se define como el análisis de la evidencia disponible donde se analizan recursos cuantitativos y cualitativos de estudios primarios para resumir y comparar conceptos y descripciones previas (Rother, 2007; Rother, 2007). Para (Vara Horna, 2010) la revisión sistemática es una estrategia de recopilación de información que emerge ante el déficit de conocimientos científicos previos, por ellos el método de revisión debe contar con una estructura de pasos para ofrecer una síntesis confiable al lector.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La evolución histórica del mantenimiento ha cursado por un grupo de generaciones, el concepto de mantenimiento según (Moubray, 1991) se puede definir como “el conjunto de tareas que se ejecutan sobre un componente, equipo o sistema para asegurar que continúe realizando las funciones se esperan de él, dentro de su contexto operacional”.

En el contexto actual de las industrias mineras, se viven constantes problemas ocasionados por una mala implementación de la gestión de mantenimiento o por un inadecuado manejo de este. Estos problemas pueden ser de diferentes tipos tales como: paradas inesperadas en el proceso de producción, accidentes laborales, averías y reducción del tiempo de vida en las maquinarias y equipos, que a su vez generan costos muy elevados de reparación y tiempo perdido. Para (Segura Rodríguez, 2008), la gestión de mantenimiento implica un reto u obstáculo, pues la alta gerencia y directivos consideran que el mantenimiento no es el Core del negocio y pasa a un segundo plano.

Herrera Herbert (2009), un docente de la Universidad Politécnica de Madrid especializado en mantenimiento en minería, nos señala lo siguiente:

El mantenimiento no es una actividad que genere únicamente impacto directo sobre la capacidad productiva de un proyecto, también es una pieza clave para alcanzar ciertos estándares de calidad, seguridad y protección medioambiental acordes con políticas de desarrollo sostenible señaladas por las diferentes normas ISO (9001, 14001, 45001, 27001, 22301 y 50001). (pág. 3)

La forma de ver el mantenimiento por parte de la cúpula gerencial de las industrias mineras, nos obliga a replantear el verdadero objetivo de la gestión de mantenimiento, la cual se centra en

aumentar la disponibilidad y fiabilidad de maquinarias y equipos que a su vez trae consigo: reducción de costos y mayor tiempo de producción, lo cual se traduce como un incremento en los ingresos de las industrias. (García Garrido, 2010) nos dice que el mantenimiento puede ser realizado por personal de mantenimiento propio de la empresa o pueden contratar el servicio de mantenimiento a empresas externas, conocido como outsourcing de mantenimiento, ambos con sus respectivas ventajas.

Actualmente nos encontramos cruzando la quinta generación del mantenimiento, la cual se centra en abarcar y solucionar las deficiencias de la cuarta generación, de acuerdo con (Rodríguez Machado, 2012) podemos entender por esta generación lo siguiente:

Está centrada en la terotecnología, la cual significa el estudio y gestión de la vida de un activo o recurso desde su adquisición hasta la cumbre de su vida útil. Integra prácticas logísticas, gerenciales, de ingeniería y producción; con el objetivo de mantener la operatividad, aumentar la disponibilidad y mejorar la efectividad técnica y económica en maquinarias y equipos. (págs. 6-9)

Aunque (Herrera Herbert, 2009) ya haya realizado un estudio sistemático del mantenimiento minero y (Serna Montoya, 2010) planteó un acercamiento ontológico para el mantenimiento de equipos mediante el uso de software, se basa en literatura escrita sólo hasta el año 2008 y no muestra a detalle en la planeación del sistema a adecuar para la materialización del proyecto, dicha literatura la se centra en aspectos de la cuarta generación del mantenimiento como mantenimiento predictivo y proactivo, monitoreo de condición, tercerización, sistemas de mejora continua, mantenimiento autónomo y estudios de gestión de riesgos; carece del enfoque integral de la generación actual de mantenimiento que contempla sistemas y subsistemas desde su concepción hasta su final.

Tomando en cuenta el estudio sistemático mencionando anteriormente, este resulta siendo importante por las siguientes razones: (a) en el estudio previo no se ha dado un enfoque real destinado al aumento de disponibilidad en maquinarias y equipos; (b) no relaciona el mantenimiento con factores económicos, laborales, productivos y sociales; (c) el estudio muestra solamente técnicas y conceptos, pero no abarca protocolos de eliminación o desmantelamiento responsable de equipos y maquinaria obsoleta; (d) No se ha profundizado en el tema de costos para establecer una correcta comparación entre diferentes técnicas. Entonces, en este artículo se responde a la siguiente pregunta: ¿Cuál es la información que presenta la literatura publicada sobre gestión de mantenimiento, para incrementar la disponibilidad de maquinaria y equipos en las industrias mineras hasta abril del 2020?

El objetivo del presente estudio es llevar a cabo una revisión sistemática de literatura publicada que informe acerca de la quinta generación de mantenimiento correspondiente al periodo 2015-2020 para incrementar la disponibilidad de maquinarias y equipos y a su vez analizar sus múltiples ventajas y beneficios que lleva consigo. Además, se incluye información de los siguientes contextos: Internacional, nacional y local.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El presente trabajo de revisión sistemática de la literatura científica, se define como el análisis de la evidencia disponible donde se analizan recursos cuantitativos y cualitativos de estudios primarios para resumir y comparar conceptos y descripciones previas (Rother, 2007; Rother, 2007). Para (Vara Horna, 2010) la revisión sistemática es una estrategia de recopilación de información que emerge ante el déficit de conocimientos científicos previos, por ellos el método de revisión debe contar con una estructura de pasos para ofrecer una síntesis confiable al lector.

Se realizó una revisión sistemática siguiendo las indicaciones señaladas en el manual de PRISMA (Moher et al., 2015). La búsqueda se realizó en las siguientes bases de datos y bibliotecas virtuales: EBSCO Discovery, REDALYC y SCIELO pues contienen la mayor cantidad de literatura disponible acorde al tema escogido en la presente revisión sistemática, con la intención de responder la siguiente pregunta ¿Cuál es la información que presenta la literatura publicada sobre gestión de mantenimiento, para incrementar la disponibilidad de maquinaria y equipos en las industrias mineras hasta abril del 2020?

La ecuación de búsqueda utilizada en inglés fue «*management AND maintenance* AND mining*» y en español «*gestión AND mantenimiento AND minería*». Con la finalidad de minimizar el potencial sesgo de publicación, la búsqueda no tuvo limitación temporal para obtener información general de la generación de mantenimiento actual y para obtener casos puntuales la búsqueda se limitó al periodo 2015-2020.

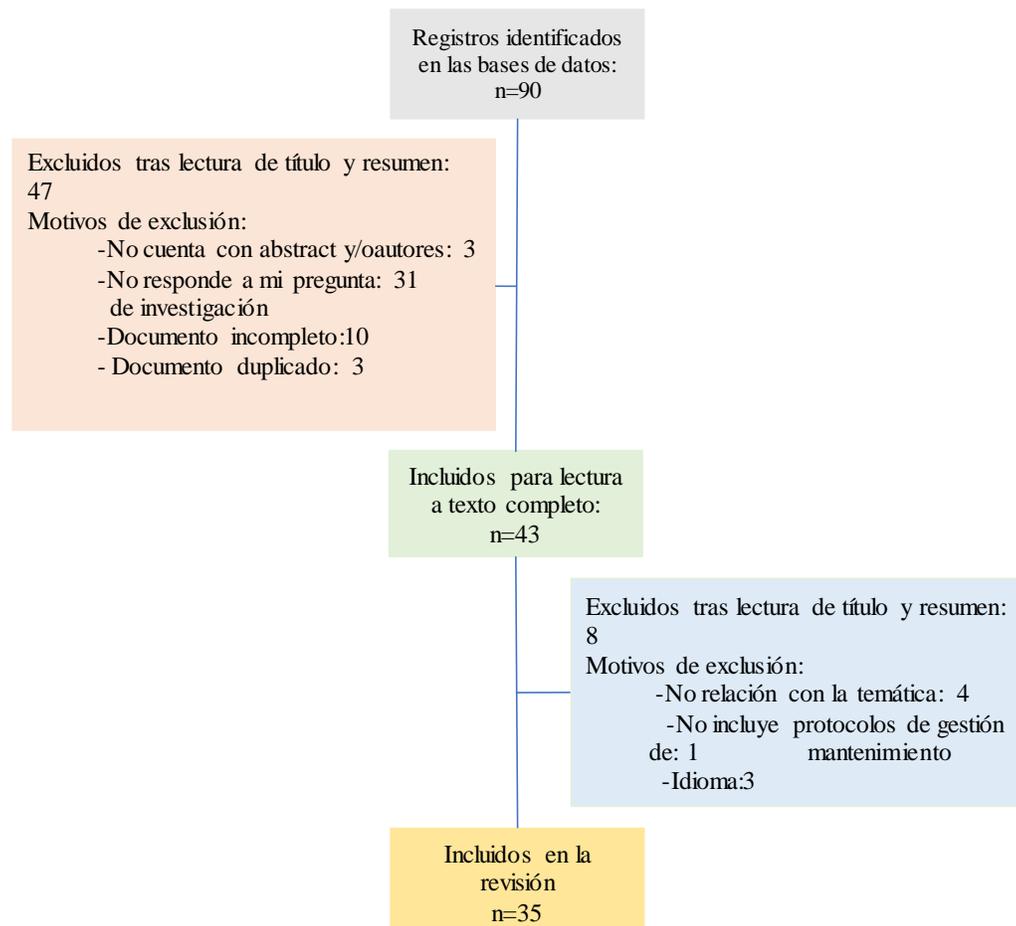
El proceso contó con la identificación de una variable dependiente, gestión de mantenimiento y una variable independiente, sector minero. En el presente estudio se presentan

únicamente los resultados cualitativos y descriptivos obtenidos en función al análisis de eventos acontecidos en el ámbito internacional, nacional y local.

La búsqueda se realizó en mayo del 2020 y mostró 90 resultados consolidados que se redujeron a 48 estudios tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión. Al no contar con una amplia literatura sobre mantenimiento en minería, se han considerado estudios realizados desde el 2008 para efectos cualitativos y desde el 2015 para efectos descriptivos con el fin de tener un amplio panorama histórico de la gestión de mantenimiento moderna y acceso a técnicas de mantenimiento recientes.

Figura 1

Diagrama de flujo de los estudios empíricos incluidos en la revisión



Criterios de inclusión y exclusión

La revisión sistemática incluyó trabajos que cumplan los siguientes criterios: (a) estudios de carácter primario y secundario que aporten datos empíricos originales; (b) que las metodologías de mantenimiento empleadas correspondan a la 4° y 5° generación del mantenimiento; (c) estudios que estuviesen redactados en español e inglés; (d) estudios experimentales de mantenimiento realizados en maquinarias y/o equipos.

Como criterios de exclusión se utilizaron: (a) indicadores de mantenimiento que no aporten con literatura sobre metodologías en la gestión del mismo; (b) Información mixta que no ofrecía la descripción del mantenimiento.

Análisis de la información

Los estudios fueron analizados para extraer la síntesis de sus casos en concreto y de esta manera establecer una relación directa entre la gestión de mantenimiento de una industria y sus efectos en la disponibilidad de maquinarias y equipos

Asimismo, la información extraída permitirá establecer una comparación entre diferentes técnicas y metodologías de mantenimiento para así sacar lo mejor de cada una y establecer posteriormente un sistema de mantenimiento eficiente.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Respecto a la localización de la publicación de los estudios seleccionados para la presente revisión sistemática, un 36.6% pertenecen a Perú, el 34.1% a Colombia, 12.2% se publicaron en Cuba y un 17.1% de los estudios restantes fueron hechos en Venezuela, México, España y Ecuador. Todos los estudios fueron publicados en español y sus respectivos porcentajes se pueden mostrar en la tabla 1.

Tabla 1

Distribución del número de documentos seleccionados por país (n=41)

País	N° de documentos	Porcentaje
Colombia	12	34.3%
Perú	11	31.4%
Cuba	5	14.3%
Venezuela	2	5.7%
Mexico	2	5.7%
España	2	5.7%
Ecuador	1	2.9%
Total	35	66%

Figura 2

Relación entre el número de documentos y el país de origen (publicación)

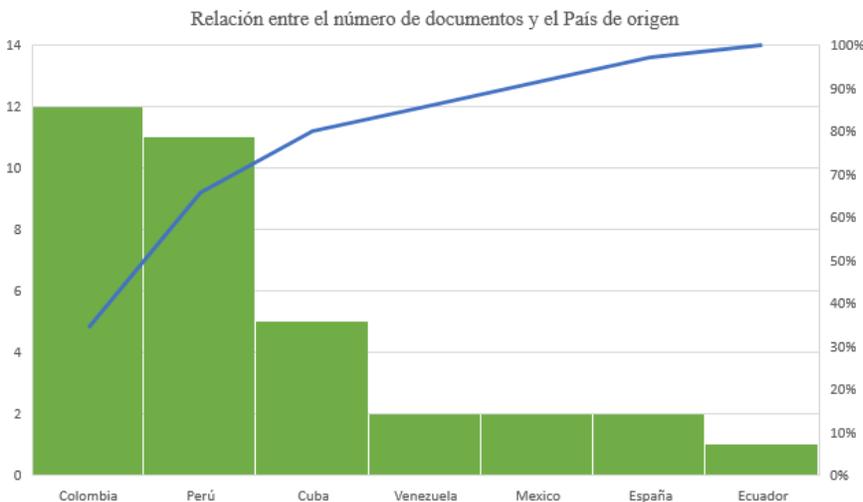


Tabla 2

Resumen de los estudios encontrados en la base de datos

Base de Datos (BD)	Estudios Analizados	Excluidos	Aplicados/consolidados
Redalyc	35	17	18
EBSCO	36	23	13
Scielo	19	15	4
Total	90	55	35

Figura 3

Diagrama circular de la base de datos



Tabla 3

Síntesis de estudios analizados

Base de Datos (BD)	Estudios Analizados	Excluidos	Aplicados/consolidados
Redalyc	35	17	18
Scielo	19	15	4
EBSCO	36	15	13
Total	90	47	35

Figura 4

Gráfica de barras que ilustra el número de documentos analizados, excluidos y aplicados

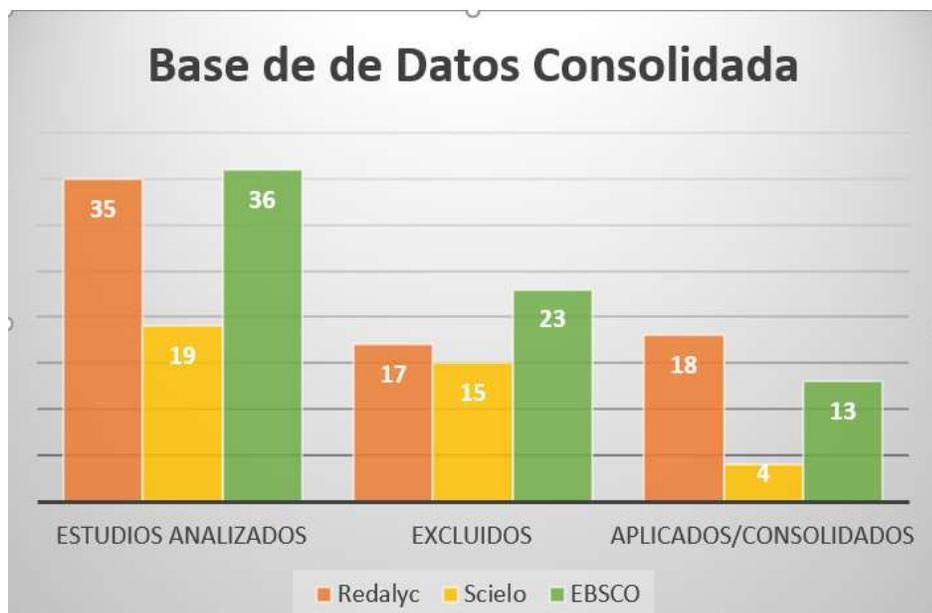


Tabla 4

Base de datos de literatura consolidada en la revisión sistemática

Título	Autor(es)	Source	Idioma	Año de publicación	Palabras claves del autor	Tipo de documento
Gestión de mantenimiento en pymes industriales	Alexis Ortiz Useche, Carlos Rodríguez Monroy, Henry Izquierdo	Redalyc	Español	2011	Gestión del mantenimiento, planificación del mantenimiento, ejecución, verificación, mejora	Revista de gerencia
Gestión de mantenimiento orientada a la seguridad	A. Torres Valle, J. de J. Rivero Oliva	Redalyc	Español	2004	Mantenimiento, gestión, confiabilidad, seguridad, monitoreo, evaluación.	Revista de Ingeniería Mecánica
Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento	Michael Herrera-Galán, Yoenia Duany-Alfonzo	Redalyc	Español	2016	Gestión de mantenimiento asistido por computadora (GMAC), Metodología, buenas prácticas.	Revista de ingeniería industrial
Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia	Karim Oliva, Madelein Arellano, María López, Karen Soler	Redalyc	Español	2010	Sistema de información, gran industria, gestión de mantenimiento, estado Zulia.	Revista de gerencia

El control de procesos industriales y su influencia en el mantenimiento	Arbildo López, Aurelio	Redalyc	Español	2011	Procesos industriales, Mantenimiento de planta, Control de proceso, Mantenimiento automatizado	Revista de ingeniería industrial
La gestión de los activos físicos en la función mantenimiento	Sánchez - Rodríguez, Ángel P.	Redalyc	Español	2010	gestión de activos, función mantenimiento, procesos, estrategias, ingeniería concurrente, calidad, ciclo de vida.	Ingeniería mecánica
Acercamiento ontológico a la gestión del conocimiento en el mantenimiento del software	Edgar Serna Montoya	Redalyc	Español	2010	mantenimiento del software, ontología, gestión del conocimiento	Revista defacultad de ingeniería
Técnicas de Mantenimiento Predictivo Utilizadas en la Industria	Olearte C., William. Botero A., Marcela. Cañon A., Benhur	Redalyc	Español	2010	Mantenimiento, vibración, termografía, ultrasonido, falla, desgaste, máquina.	article in journal/news paper
Análisis de Vibraciones: Una Herramienta Clave en el Mantenimiento Predictivo	Olearte C., William. Botero A., Marcela. Cañon A., Benhur	Redalyc	Español	2010	Vibración, amplitud, velocidad, aceleración, periodo, frecuencia, fase, espectro, falla, movimiento armónico.	Scientia Et Technica
Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total	Jorge Luis García Alcaraz	Redalyc	Español	2011	TPM, factores clave del éxito, análisis factorial, modelo de ecuaciones estructurales	Revista de facultad de ingeniería
Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica	Díaz-Concepción, Armando. Villar-Ledo, Leisis. Cabrera-Gómez, Jesús. Gil-Henríquez, Antonio Salvador. Mata-Alonzo, Rafael. Rodríguez Piñeiro, Alberto J.	Redalyc	Español	2016	diagnóstico, mantenimiento centrado en la confiabilidad, encuesta, estrategias de mantenimiento.	Ingeniería mecánica
El triángulo de la gestión energética en la empresa: optimización de compras, mantenimiento y eficiencia energética	Fernando Blanco Silva, Alfonso López Díaz, Abel M. Venero Carrasco	Redalyc	Español	2014	energy management triangle / optimizing purchase	Revista de ingeniería industrial
Procedimiento para la planeación integrada Producción – Mantenimiento a nivel táctico	Díaz-Cazañas, Ronald. De La Paz- Martínez, Estrella M.	Redalyc	Español	2016	integración; planificación de producción; planificación del mantenimiento; selección de estrategias de mantenimiento	Revista de ingeniería industrial
La medición de la eficiencia de la función mantenimiento a través de KPIs financieros	Galar, Diego. Berges, Luis. Lambán, Mª Pilar. Tormos, Bernardo	Redalyc	Español	2014	KPI, mantenimiento, indicador, modelo de costes, eficiencia, eficacia.	DYNA

Una propuesta integradora de Mantenimiento Correctivo aplicada al Diseño Web Adaptativo y Accesibilidad Web	Gómez Codutti, Ana. Mariño, Sonia I. Alfonso, Pedro L.	Redalyc	Español	2016	Mantenimiento Correctivo, accesibilidad web, Diseño Web Adaptativo, Sistemas Gestores de Contenidos.	Scientia Et Technica
Plan integral de mantenimiento preventivo en las instalaciones del museo arte contemporaneo-maczul	Ramírez, Leonardo. Sánchez, Miguel. Perozo, Alberto	Redalyc	Español	2011	Museos, Preservación, Mantenimiento Preventivo Integral, Estructura Administrativa de Gestión de Información, Bases de datos.	Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad
Propuesta de implementación de un sistema de gestión ambiental, articulado con el "sigme" del ministerio de minas y energía	Manuel Orlando Barros Orozco	Redalyc	Español	2017	ISO 14001:2015, desempeño ambiental, gestión ambiental, sistemas integrados de gestión.	Artículos de investigación
Análisis de la confiabilidad del sistema de molienda en una planta concentradora, basado en la criticidad	Berger Vidal, Esther. Núñez Ramírez, Luis Miguel. Yarín Achachagua, Anwar Julio	Redalyc	Español	2014	criticidad, confiabilidad, mantenimiento	Industrial Data
Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería	Esmilka Guerra-López, Alexis Montes de Oca-Risco	SCIELO	Español	2019	equipos mineros; índice de productividad; disponibilidad técnica	Boletín de Ciencias de la Tierra
Desempeño de cartas de control estadístico con límites bilaterales de probabilidad para monitorear procesos Weibull en mantenimiento	Quintana Alicia Esther, Pisani María Virginia y Casal Ricardo Néstor	SCIELO	Español	2015	mantenimiento, confiabilidad, Weibull, cartas de control con límites de probabilidad, carta t, carta t-ajustada, LCP insesgada, variabilidad lateral.	Ingeniería, investigación y tecnología
Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en el Sector Industrial	Maira C. Gasca, Luis L. Camargo y Byron Medina	SCIELO	Español	2017	mantenimiento, criticidad, disponibilidad, falla, Weibull	Información tecnológica
Evaluación de la confiabilidad en interruptores de potencia mediante la norma Norsok Z-013	Israel Gondres Torné, Santiago Lajes Choy, Alfredo del Castillo Serpa	SCIELO	Español	2016	Análisis de criticidad, confiabilidad, interruptores de potencia, mantenimiento.	Ingeniere. Revista chilena de ingeniería
MANUAL PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EN LA FUNDACIÓN VALLE DEL LILI	D.F. Primero, J.C. Diaz, L.F. García, A. González-Vargas	EBSCO	Español	2015	Mantenimiento correctivo; equipos biomédicos; gestión de mantenimiento.	Revista Ingeniería Biomédica
Análisis y diagnóstico de los tipos de mantenimiento en la pequeña y gran minería aurífera en la subregión del Bajo Cauca, Antioquia	Barrios Jaime Luis, Molina Calderón Sebastián	EBSCO	Español	2018	Ingeniería y Tecnología	article in journal/news paper
Diseño y mantenimiento de jardines. Pensando en sostenibilidad	Antonio, López Galarza, Salvador Vicente	EBSCO	Español	2019	Diseño Mantenimiento, Jardines, Sostenibilidad, PRODUCCION VEGETA	book
Impacto de la implementación de minería de datos en el mantenimiento y análisis de la información catastral en una municipalidad distrital	Antezana Bustamante, Daniel Arturo	EBSCO	Español	2018	Minería de datos, levantamientos catastrales, gobierno local, ingeniería de sistemas y comunicaciones	Bachelor thesis

Estudio de un plan de mantenimiento predictivo para ventiladores industriales, aplicando la técnica análisis de vibraciones.	Cabrera Valencia, Víctor Edison	EBSCO	Español	2019	VENTILADORES INDUSTRIALES, MECÁNICA, MANTENIMIENTO, SOFTWARE	Tesis
Propuesta de transición de OHSAS 18001:2007 a ISO 45001:2018 del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo para una Empresa dedicada a la comercialización, fabricación y mantenimiento de equipos para la gran minería, caso: Empresa Metso Perú S.A.	Machaca Arcana, Kenyi Omar	EBSCO	Español	2018	Sistema de gestión de la seguridad, salud en el trabajo, ISO45001:2018, Ciclo de Deming, Estructura de alto nivel (HIS), ingeniería industrial	Bachelor thesis
Propuesta de mejora en la gestión de supervisión del área de mantenimiento de una empresa comercializadora de combustibles líquidos	Prudencio Prieto, John Pool	EBSCO	Español	2019	Combustibles, Almacenamiento de combustible, Administración de procesos, Administración de la producción, Empresas de servicios Mantenimiento	Tesis
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM), PARA OPTIMIZAR LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LA MÁQUINA CON MAYOR CRITICIDAD	Diestra Quevedo, Juan Pablo- Esquiviel Paredes, Lourdes-Guevara Chinchayan, Robert	EBSCO	Español	2017	Ingeniería Mecánica eléctrica, Mantenimiento, Disponibilidad operacional, Confiabilidad, Seguridad, costos por mantenimiento	article in journal/news paper
Análisis de los modelos de mantenimiento industrial en relación a la eficiencia energética.	Cárcel Carrasco, Francisco Javier	EBSCO	Español	2018	Mantenimiento basado en la eficiencia energética, Eficiencia energética, MAQUINAS Y MOTORES TERMICOS	article in journal/news paper
Mantenimiento preventivo de equipos de carguo – palas hidráulicas – en minería: una revisión sistemática	Llanos García, Alexander	EBSCO	Español	2019	Mantenimiento predicto, mantenimiento preventivo, mantenimiento programado, palas hidráulicas, ingeniería industrial	Tesis
Mejora de la gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad, en la línea de chancado de la planta concentradora compañía minera Lincuna S.A.	Huancoillo Suasnabar Ricardo, Estela Julia Huancoillo	EBSCO	Español	2018	Gestión de Mantenimiento, Mantenimiento preventivo, Disponibilidad, Tiempo medio entre fallas, Sistema de lubricación, Mantenibilidad, Gestión del recurso humano.	Tesis
Optimización de tiempo en la ejecución del mantenimiento preventivo en equipos HVAC implementando técnicas de mantenimiento predictivo en la empresa WOOD PROYECTOS S.A.C	Flores Tacas, Juan Jose	EBSCO	Español	2018	Tesis, ingeniería industrial, control de procesos, mantenimiento industrial, costos	Tesis
Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A. - Arequipa, 2018	Amambal Alaya, Fernando, Huatay Caja, Carlos Víctor	EBSCO	Español	2018	Gestión de mantenimiento, baja disponibilidad mecánica, utilización de la máquina, puntos críticos, diseño de mantenimiento.	Tesis

Tabla 5

Resultados de los estudios realizados por los diferentes autores

Autor(es)	Resultados
Alexis Ortiz Useche, Carlos Rodríguez Monroy, Henry Izquierdo	<p>Considera que el ciclo PHVA o ciclo de Deming es el primer paso y es muy importante en la gestión de mantenimiento, luego se continúa con la planificación, el autor nos propone el RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad) que abarca mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo y de búsqueda de fallas; con el fin de implementarlos en maquinaria y equipos de acuerdo a su criticidad (a) Equipos críticos, (b) equipos importantes y (c) equipos prescindibles. Como tercer paso tenemos la ejecución del mantenimiento, este paso comprende inspecciones visuales, lubricación, verificación de funcionamiento, limpiezas técnicas condicionales y sistemáticas, etc. Por último tenemos la verificación del mantenimiento y la mejora continua, este paso compuesto permite analizar posibles deficiencias en el proceso de mantenimiento y a la vez establece una táctica para solucionar ese error y hacer del proceso de mantenimiento un sistema mejorado.</p>
A. Torres Valle, J. de J. Rivero Oliva	<p>El autor se enfoca en el uso de sistemas monitoreados por software, en concreto el MOSEG win ver 1.0. centrado también en el RCM, este sistema nos ayuda a la creación paulatina de bases de datos con un enfoque integral y asimilación de metodologías además de la incorporación de indicadores de evaluación, este software ya ha sido aplicado en el INSTEC, ESIB, Planta nuclear de Embalse (Argentina) y en una central termoeléctrica. Por su parecido puede ser utilizado también en minería pues es un sistema basado en la seguridad.</p>
Michael Herrera- Galán, Yoenia Duany-Alfonzo	<p>Estos autores sostienen 4 fases en el mantenimiento; fase inicial, fase de formación, fase de desarrollo y fase de optimización. La metodología que ellos indican consiste en reportes de fallas y averías para su mejora y así hacer gráficas comparativas entre el número de fallas y su recurrencia con respecto a nuevos métodos aplicados. El estudio que ellos presentan también nos muestran esquemas de trabajo en cuanto al talento humano; dividiéndolos entre Dirección, grupo técnico y brigada. El enfoque que nos presentan se centra en distribuir correctamente las fechas y horarios de la parte operativa del mantenimiento para interferir en la menor cantidad posible los procesos de la línea central de producción de la industria,</p>
Karim Oliva, Madelein Arellano, María López, Karen Soler	<p>El sistema de gestión que nos presentan estos autores consiste en el estudio individual para luego ser correlacionado de la administración de equipos, órdenes de trabajo, administración de las especialidades de mantenimiento y abastecimiento y control de materiales. Estas áreas en conjunto nos permiten determinar la frecuencia que debe tener el mantenimiento de acuerdo al plan de producción de la industria donde se aplicará el sistema de gestión de mantenimiento. Aun así existen vulnerabilidades que pueden efectuarse como fallas repentinas por ello luego de cada ciclo de operación de mantenimiento se realizará un informe de desempeño y a partir de ello implementar nuevas tecnologías de información que permitan al departamento de mantenimiento una mejora continua en el proceso de mantenimiento.</p>
Arbildo López, Aurelio	<p>El autor nos muestra un software (Matlab) para la simulación y experimentación orientada al mantenimiento, de esta manera el conocimiento teórico del funcionamiento de los sistemas nos permite extraer información útil para el mantenimiento a partir de mediciones indirectamente relacionadas con el funcionamiento de dichos sistemas. Nos muestra un sistema bastante completo que nos reiteran que Desde que el mantenimiento es un proceso controlable, todas las herramientas típicamente utilizadas para el control de procesos industriales, que incluye: los sistemas de adquisición de datos, los sistemas de control, el control supervisor (Scada), el control estadístico de procesos y los sistemas integrados de información, son herramientas útiles para el sistema de mantenimiento.</p>
Sánchez - Rodríguez, Ángel P.	<p>Nos muestra también el ciclo de Deming con 5 paradigmas, su estudio nos como resultado estrategias maestras que traspasan y entrelazan todos los procesos en la gestión de los activos físicos y la función mantenimiento personalizada de acuerdo al entorno. También nos habla de la importancia de la planificación integrada e indicadores de aspectos organizacionales, económicos y técnicos. Pero sobretodo dar prioridad al desempeño del comportamiento organizacional basado fundamentalmente en la comunicación y el trabajo en equipo de toda la organización</p>
Edgar Serna Montoya	<p>Nos enseña que la gestión del conocimiento es una técnica muy importante para facilitar el trabajo de los encargados del mantenimiento., su diseño de carácter filosófico-ontológico es un proceso que demanda de una alta capacidad de creatividad para crear una herramienta automatizada y probar la metodología propuesta que se ajuste a la realidad del conjunto de maquinarias y equipos y a la vez sea entendible por el personal de la brigada de mantenimiento para reducir lo más posible los errores que se puedan cometer.</p>

<p>Olearte C., William. Botero A., Marcela. Cañon A., Benhur</p>	<p>Los autores nos muestran un estudio teórico complejo con amplias definiciones de vibraciones, frecuencia, espectro, ultrasonido, arco eléctrico, etc. De acuerdo a ello realizar diferentes análisis en el mantenimiento predictivo como análisis de vibraciones, termografía, análisis por ultrasonido, y análisis de aceite. Nos señala por último que las principales ventajas del mantenimiento predictivo son que se pueden programar adecuadamente todas la reparaciones de la máquinas y equipos sin interrumpir el proceso de producción y además el costo de mantenimiento predictivo es menor al que genera el mantenimiento correctivo.</p>
<p>Olearte C., William. Botero A., Marcela. Cañon A., Benhur</p>	<p>Los autores se centran en la técnica de ultrasonido para detectar problemas y defectos de los equipos, mediante un amplio análisis del espectro sonoro que incluye factores como ciclo, longitud, amplitud y frecuencia que vienen a ser el principio físico, se puede detectar el sitio exacto donde está ocurriendo algún tipo de problema.</p>
<p>Jorge Luis García Alcaraz</p>	<p>metodología empleada en esta investigación implica el diseño de un instrumento de recolección de datos e identificación de atributos administrativos importantes para lograr el éxito del TPM. Por lo que se ha trabajado en diferentes etapas: (1) identificación de los atributos y creación del instrumento; (2) aplicación del cuestionario; (3) captura de la información y validación del instrumento; (4) análisis factorial exploratorio (Indicador KMO y prueba de esfericidad de Bartlett). Se pudo demostrar que la carrera de ingeniería industrial es la que tiene mayor participación en el éxito del mantenimiento seguidas de la carrera de ingeniería electrónica y mecatrónica.</p>
<p>Díaz-Concepción, Armando. Villar- Ledo, Leisis. Cabrera-Gómez, Jesús. Gil- Henríquez, Antonio Salvador. Mata- Alonzo, Rafael. Rodríguez Piñeiro, Alberto J.</p>	<p>Los autores nos presentan un estudio de tipo descriptivo, pues nos especifican propiedades importantes del RCM como sistema de gestión, para su estudio se llevó a cabo el cuestionario a 9 especialistas con amplia experiencia en la gestión de mantenimiento. Como resultado se tuvo que al presentarse una herramienta conformada por 4 indicadores, 10 dimensiones y 50 ítems, es posible implementar una filosofía en la organización del mantenimiento basado en la confiabilidad y la posibilidad de conocer si una empresa está lista para la implementación de la filosofía</p>
<p>Fernando Blanco Silva, Alfonso López Díaz, Abel M. Venero Carrasco</p>	<p>El estudio de los autores nos muestra un triángulo de gestión energética con los siguientes elementos: Gestión de suministros, mantenimiento y eficiencia energética. Para lograr el cumplimiento del objetivo del mantenimiento nos plantean 3 modalidades; mantenimiento predictivo, correctivo y rediseño (mejorativo).</p>
<p>Díaz-Cazañas, Ronald. De La Paz- Martínez, Estrella M.</p>	<p>El estudio propone un procedimiento para la integración entre la planificación de producción y mantenimiento a un nivel táctico. Nos muestran 9 pasos desde la planificación del estudio hasta la jerarquización de los modos de fallos para determinar el impacto que representan los modos de fallos sobre las decisiones de la GO (gerencia de operaciones y también determinar la importancia relativa de cada una de estas decisiones y por último se obtendrá la criticidad y el orden jerárquico de cada modo de fallo</p>
<p>Galar, Diego. Berges, Luis. Lambán, Mª Pilar. Tormos, Bernardo</p>	<p>El estudio de estos autores nos habla bastante de los costos, tema bastante tocado en la generación actual del mantenimiento, entre los costos que destacan tenemos los costos de mantenimiento correctivo, preventivo y CBM, Costo de mantenimiento sistemático, costo de mantenimiento de mejora y costes de paradas programadas para mejora. Nos proponen un modelo armonizado para identificar fácilmente sus componentes</p>
<p>Gómez Codutti, Ana. Mariño, Sonia I. Alfonso, Pedro L.</p>	<p>Los autores nos muestran la aplicación del mantenimiento correctivo mediante software y su desarrollo experimental. Nos mencionan también elementos como agilidad e innovación para disminuir costos del mantenimiento correctivo</p>
<p>Ramírez, Leonardo. Sánchez, Miguel. Perozo, Alberto</p>	<p>Los presentes autores nos hablan de técnicas para aumentar la disponibilidad de maquinarias y equipos. Para ellos se deben tener en cuenta los siguientes protocolos: (a) levantamiento, evaluación y diagnóstico de las condiciones físicas de la maquinaria y equipos; (b) poner énfasis en garantizar en el mayor grado posible, las óptimas condiciones ambientales y dependencias para la ubicación de los equipos; (c) conocimiento cabal de la dinámica de los sistemas y servicios y de cómo se ven afectados según el ámbito y circunstancias locales de la edificación</p>
<p>Manuel Orlando Barros Orozco</p>	<p>El autor se centra en el mantenimiento de vehículos automotores y su efecto en el medio ambiente, para mantenerse dentro de los parámetros de las normas ISO 14001 del cuidado del medio ambiente. Por ello el autor propone un sistema directamente relacionado entre la gerencia, departamento de finanzas y el departamento de mantenimiento.</p>
<p>Berger Vidal, Esther. Núñez Ramírez, Luis Miguel. Yarín Achachagua, Anwar Julio</p>	<p>Los autores nos proponen un modelo de gestión de mantenimiento centrado en la criticidad y confiabilidad de equipos, es decir que se debe hacer un análisis profundo de los equipos con mayor predisposición a fallos y centrar el mantenimiento en la operatividad de los mismos. Con ello la disponibilidad de maquinarias y equipos en conjunto aumentaría el rendimiento en conjunto del mantenimiento.</p>

Esmilka Guerra-López, Alexis Montes de Oca-Risco	El estudio muestra resultados acerca de la productividad del equipamiento en minería a gran escala ya que este representa un costo de inversión bastante elevado, así como el costo de operatividad. Los autores indican que la planificación y ejecución del mantenimiento tienen un impacto directo en la operatividad de equipos conforme pasan los años. Este estudio indica que la productividad total del equipamiento cae entre un 44% y el 51% al 6° año de explotación por lo que se requiere maquinaria nueva
Quintana Alicia Esther, Pisani María Virginia y Casal Ricardo Néstor	Los autores utilizan en su estudio cartas de control con límites de probabilidad en el sistema Weibull mediante cartas T. Mediante esta técnica se puede analizar gráficamente el comportamiento y la relación entre el n° de fallas y el tiempo de una manera fácil y entendible para la brigada de mantenimiento
Maira C. Gasca, Luis L. Camargo y Byron Medina	Los autores centran su investigación en la confiabilidad y criticidad de maquinarias y equipos en el sector industrial, este estudio se ajusta a la minería pues el método utilizado es preciso en la gestión de mantenimiento. Ellos indican que la importancia del mantenimiento se centra en la planificación e identificación de los equipos que deben ser atendidos en función a si impacto en el proceso de producción.
Israel Gondres Torné, Santiago Lajes Choy, Alfredo del Castillo Serpa	Los autores asocian la gestión de mantenimiento con el impacto en la seguridad del personal, también elaboran tablas donde agrupan el número de máquinas con el número de fallos presentados en un año y también tablas guía de criticidad. Resaltan también que los estudios de confiabilidad tienen gran importancia en la práctica pues mediante un análisis de criticidad se pueden determinar los equipos más críticos para una configuración de una subestación dada
D.F. Primero, J.C. Díaz, L.F. García, A. González-Vargas	Los autores señalan que la cuantificación de las mejoras producidas por un manual de mantenimiento correctivo sólo es posible a través de los indicadores de cumplimiento del servicio. Su método consiste en la recopilación de data constante sobre el comportamiento de maquinarias y equipos tanto de mantenimiento correctivo y preventivo para analizar a fondo la criticidad de los equipos
Barrios Jaime Luis, Molina Calderón Sebastián	De acuerdo al estudio presente tenemos como resultado que los procesos de mantenimiento en la subregión del Bajo Cauca antioqueño varían de acuerdo al tipo de minería: la legal (que puede ser pequeña y gran minería), enfocada a un mantenimiento programado, y la pequeña minería informal, la cual deja a la puesta en marcha y a la deriva el mantenimiento de los equipos, generando un alto grado de incertidumbre sobre el estado de los mismos.
Antonio, López Galarza, Salvador Vicente	El autor nos habla de técnicas de sostenibilidad y como resultado obtiene un crecimiento integral entre el área de mantenimiento y las demás áreas.
Antezana Bustamante, Daniel Arturo	El autor en su estudio nos habla sobre bases de datos de información compartida entre áreas para evaluar mediante un enfoque cuantitativo y cualitativo la importancia del mantenimiento. Mediante estas bases de datos compartidas se puede llevar un registro histórico de incidencias en los equipos de la minería
Cabrera Valencia, Víctor Edison	El autor nos habla precisamente de 3 tipos de fallas; falla funcional, mecánica y eléctrica. Estas fallas en el campo práctico son difíciles de detectar con medios convencionales por ello el autor nos presenta un modelo de detección de fallas por termógrafo y vibraciones en maquinarias, mediante estos análisis la brigada de mantenimiento puede identificar la localización exacta de la falla.
Machaca Arcana, Kenyi Omar	Los autores obtienen como resultado lo siguiente: El proceso de evaluación del sitio busca todas las oportunidades para mejorar todo su proceso y determina qué servicios llevarán su operación al siguiente nivel. La clave es comprender realmente las necesidades de su equipo, proceso y control en profundidad, a fin de brindar la mejor solución con objetivos medibles definidos. A través de una evaluación del sitio LCS de Metso, podemos recomendar uno de nuestros cuatro paquetes LCS personalizables y proporcionarle una hoja de ruta clara en el futuro. Incluso pequeñas mejoras en su proceso de producción, logística de inventario o planificación de mantenimiento pueden hacer una gran diferencia. Buscamos maneras de llevar su disponibilidad a niveles de clase mundial (90-95%), mejorar la producción (en un 1-5%) y optimizar su estrategia de inventario y el proceso de planificación de piezas para reducir el riesgo de esperar repuestos críticos.
Prudencio Prieto, John Pool	El autor plantea un sistema que involucra una serie de métodos como la aplicación de Lean Office, enfoque Kaisen y las 5S con el objetivo de establecer protocolos y parámetros eléctricos en un tablero de distribución. Como resultado puede realizar una evaluación correcta al sistema de mantenimiento actual y a partir de ello realizar mejoras
Diestra Quevedo, Juan Pablo-Esquiviél Paredes, Lourdes-Guevara Chinchayan, Robert	Los autores proponen ejecutar un análisis de modos y efectos de falla (AMEF), para identificar tipos de fallas y sus efectos sobre las máquinas, como resultado mediante la aplicación del árbol lógico de decisión (ALD) se puede determinar el tipo de mantenimiento a aplicar, definiendo así tareas específicas para el mantenimiento de cada máquina y equipo en la industria

Cárcel Carrasco, Francisco Javier	Los autores señalan que dentro de los sistemas técnicos de gestión de mantenimiento es muy importante introducir la variable de eficiencia energética, pues influye directamente en la fiabilidad y eficiencia de todos los procesos, así como del cuidado del medio ambiente Como resultado obtienen que el RCM busca metas de productividad mejorando políticas basadas en los cálculos de la fiabilidad del diseño y el TPM se abre a la eficacia global. El MBEE por el contrario une los principios del MBC con el factor energético.
Llanos García, Alexander	El autor concluye que el mantenimiento preventivo reduce el margen de falla en maquinarias y equipos, además de que un sistema bien optimizado de este tipo de mantenimiento es ideal para sistemas de carguío y acarreo de material en la minería.
Huancoillo Suasnabar, Estela Julia	Los autores recomiendan realizar análisis de criticidad en los equipos de toda la línea productiva para sintetizar una base de datos ideal para su uso en eventos futuros. De esta manera se puede tener una mejor gestión de repuestos y lubricantes para su reposición automática de repuestos críticos y gestionar un inventario de los mismos
Flores Tacas, Juan Jose	El autor tiene como resultado que al implementar las técnicas de mantenimiento predictivo, se generarán beneficios tanto como para la brigada de mantenimiento como para los departamentos de finanzas pues la reducción de costos de mantenimiento generaría un 45% de utilidad con respecto a la técnica de mantenimiento correctivo.
Amambal Alaya, Fernando, Huatay Caja, Carlos Víctor	Mediante el estudio realizado por estos autores, se puede determinar que el modelo planteado por ellos en base al estudio e identificación de maquinarias y equipos aumenta su rendimiento en un promedio general del 86.97% a un 92%. Cifra bastante elevada considerando que mientras más alto es el rendimiento de un equipo es más difícil hacer mejoras. Su estudio se centra en el cuidado del medio ambiente y aumentar la eficiencia global del sistema de producción

Los autores explican cada método expuesto de acuerdo a la realidad de la industria en cuestión, cada metodología en la gestión de mantenimiento debe verse desde un plano integral para no perjudicar las demás áreas del sistema de producción, por lo contra deben ir de la mano con estas.

Existe una gran variabilidad entre los sistemas en la gestión de mantenimiento, todas dan resultados acordes a los objetivos planteados por la industria, otros por lo contrario son implementados sin una planificación adecuada ocasionando que el sistema de producción corriente se vea afectado por paradas imprevistas causadas por fallos repentinos de maquinarias y equipos.

(Cabrera Valencia, 2019) nos menciona 3 tipos de fallas; las cuales son fallas funcionales, mecánicas y eléctricas; las cuales en el campo práctico son difíciles de identificar, por ello para solucionar este problema propone un sistema de análisis por termógrafo para identificar la falla exacta en un sistema. Por otro lado, (Olarte C, Botero A, & Cañon Z, 2010) nos propone una técnica de detección de fallas mediante análisis de vibraciones que ayudará a determinar la ubicación de las fallas y su banda de frecuencia.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

(Gómez Codutti, Mariño, & Alfonso, 2016) habla del mantenimiento correctivo y las mejoras que este puede tener para disminuir sus costos, esta metodología de mantenimiento es apoyado por (Primero, Díaz, García, & Gonzáles Vargas, 2015) que señala que un adecuado sistema de mantenimiento correctivo apoyado por un manual de mantenimiento puede ser exitoso si se identifican correctamente los indicadores del cumplimiento del servicio. Este tema también es tocado por (Galar, Berges, Lambán, & Tormos, 2014) que muestra los diferentes indicadores económicos en los sistemas de mantenimiento de los cuales destaca principalmente el mantenimiento correctivo y predictivo como base de la gestión del mantenimiento.

Indiscutiblemente para lograr el objetivo esperado en la gestión de mantenimiento tenemos que procesar y sintetizar la mayor cantidad de información disponible en la empresa sobre la maquinaria y equipos como lo menciona (Oliva, Arellano, López, & Soler, 2010) que insiste en que el estudio de los factores del mantenimiento debe ser individual para luego ser correlacionado de la administración de equipos, órdenes de trabajo, administración de las especialidades de mantenimiento y abastecimiento y control de materiales. Esta idea es apoyada por (Consolación Mishti & Huancoillo Suasnabar, 2018) que recomienda realizar análisis de criticidad a los equipos faltantes de toda la línea productiva con la finalidad de determinar los diferentes equipos críticos y de esta manera empezar a construir una base de datos que ayude a mejorar la comunicación entre el departamento de mantenimiento y las demás áreas.

Las áreas de producción en conjunto, nos permiten determinar la frecuencia que debe tener el mantenimiento de acuerdo al plan de producción de la industria donde se aplicará el sistema de gestión de mantenimiento. Este plan debe estar formado por 4 fases principales, según (Herrera

Galán & Duany Alfonso, 2016) estas son: fase inicial, fase de formación, fase de desarrollo y fase de optimización; adicionalmente prestan especial atención en el manejo de talento humano pues presentan modelos de esquemas de trabajo donde separan dirección, grupo técnico y brigada de mantenimiento.

Otros puntos a destacar son: el ambiente y localización de maquinarias y equipos, de acuerdo con (Ramirez, Sánchez, & Perozo, 2011) se deben tener en cuenta protocolos para manejar la distribución de maquinarias y equipos antes y durante el proceso de mantenimiento; esta idea es refutada por (Arbildo López, 2011) que opta por el uso de software (Matlab) para la simulación y experimentación y también el uso de un SCADA (Sistema de adquisición de datos) para precisar aún más la simulación y los efectos de la gestión de mantenimiento, asimismo (Torres Valle & Rivero Oliva, 2004) propone como software al MOSEG win ver 1.0. centrado en el RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad). Sus ideas son apoyadas por varios estudios más recientes, uno de ellos realizado por (Prudencio Prieto, 2018) que adicionalmente propone el uso de técnicas básicas orientadas al mantenimiento como la aplicación de Lean Office, el enfoque Kaisen y las 5 S' con el objetivo de establecer protocolos en un tablero de distribución. Otro estudio es el de (Sánchez Rodríguez, 2010) que adicionalmente muestra el ciclo de Deming como estrategia que entrelaza las áreas del proceso de producción con el área de mantenimiento y habla de la importancia de la planificación integrada e indicadores organizacionales, económicos y técnicos.

En cuanto a las técnicas de mantenimiento diferentes autores optan por la aplicación del CRM, (Flores Tocas, 2018) indica que aplicando esta técnica la reducción de los costos de mantenimiento generaría un 45% de utilidad con respecto a la técnica de mantenimiento correctivo. Esta filosofía la comparten (Diestra Quevedo, Esquivel Paredes, & Guevara

Chinchayan, 2017) que la complementa con un análisis de modos y efectos de fallas (AMEF) y el uso de un árbol lógico de decisión (ALD) para determinar tareas específicas y centrar el mantenimiento en la confiabilidad. Sin embargo diferentes autores nos menciona de metodologías que van un paso más en las gestión de mantenimiento acorde a la generación del mantenimiento en la cual nos encontramos, una de las cuales para (Cárcel, y otros, 2018) es el MBEE (Mantenimiento basado en la eficiencia energética), y también se debe tener en cuenta el cuidado del medio ambiente mediante la certificación ISO 14001, para (Barros Orozco, 2017) esto implica seguir el manual de GTC 93, la cual es una guía técnica para realizar mantenimiento de maquinarias y equipos manteniendo el cuidado del medio ambiente.

Conclusiones

Se han encontrado diferentes estudios y técnicas de mantenimiento, sin embargo, de acuerdo con la generación actual del mantenimiento es mejor personalizar cada técnica para maquinarias y equipos de manera independiente, además se deben generar sistemas de información compartida entre estas técnicas con la finalidad de aumentar la disponibilidad de estos.

Existen también estudios que nos muestran elementos adicionales que nos inducen a realizar gestión en la inversión de mantenimiento, pues existen técnicas de detección de fallas que necesitan el uso de un termógrafo y un medidor de vibraciones.

La principal ventaja de una adecuada gestión de mantenimiento es aumentar la disponibilidad de maquinarias y equipos, consecuentemente se traduce como reducción de costos y aumento en la eficiencia de la producción. También se debe tener en cuenta el cuidado del impacto ambiental y tener una alta eficiencia energética en el proceso de mantenimiento.

Dentro del cuadro del manejo de talento humano, es muy importante fomentar la cultura de jerarquización e identificación de los protocolos a seguir por cada articulación del esqueleto del departamento de mantenimiento.

Bibliografía

Amambal Alaya, F., & Huatay Caja, C. V. (2018). *Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la empresa Martinez Contratistas e Ingeniería S.A. - Arequipa, 2018*. Universidad Privada del Norte.

Antezana Bustamante, D. A. (2018). Impacto de la implementación de minería de datos en el mantenimiento y análisis de la información catastral en una municipalidad distrital.

Arbildo López, A. (2011). El control de procesos industriales y su influencia en el mantenimiento. *Revista de Ingeniería Industrial*(29), 35-49. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428495003>

Barrios, J. L., & Molina Calderón, S. (2019). Análisis y diagnóstico de los tipos de mantenimiento en la pequeña y gran minería aurífera en la subregión del Bajo Cauca, Antioquia.

Berger Vidal, E., & Núñez Ramírez, L. M., & Yarín Achachagua, A. J. (2014). Análisis de la confiabilidad del sistema de molienda en una planta concentradora, basado en la criticidad. *Industrial Data*, 17(1),56-64.[fecha de Consulta 26 de Mayo de 2020]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=816/81640855008>

Blanco Silva, Fernando, & López Díaz, Alfonso, & Venero Carrasco, Abel M. (2014). El triángulo de la gestión energética en la empresa: optimización de compras, mantenimiento y eficiencia energética. *Ingeniería Industrial*, (32),11-35. ISSN: 1025-9929. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3374/337432679001>

Cabrera Valencia, V. E. (2019). *Estudio de un plan de mantenimiento predictivo para ventiladores industriales, aplicando la técnica análisis de vibraciones*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana: Repositorio Digital. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16862>

Cerveró Domènech, A., & López Galarza, S. V. (2019). *Diseño y mantenimiento de jardines. Pensando en sostenibilidad*. Editorial Universitat Politècnica de València.

Díaz-Cazañas, R., & De La Paz- Martínez, E. M. (2016). Procedimiento para la planeación integrada Producción – Mantenimiento a nivel táctico. *Ingeniería Industrial*, XXXVII (1),36-48. ISSN: 0258-5960. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3604/360443665004>

Díaz-Concepción, Armando, & Villar-Ledo, Leisis, & Cabrera-Gómez, Jesús, & Gil-Henríquez, Antonio Salvador, & Mata-Alonzo, Rafael, & Rodríguez Piñeiro, Alberto J. (2016). Implementación del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica. *Ingeniería Mecánica*, 19(3),137-142. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2251/225147535003>

Flores Tacas, J. J. (2018). *Optimización de tiempo en la ejecución del mantenimiento preventivo en equipos HVAC implementando técnicas de mantenimiento predictivo en la empresa WOOD PROYECTOS S.A.C*. Universidad Privada del Norte.

Galar, D., Berges, L., Lambán, P., & Tormos, B. (2014). La medición de la eficiencia de la función mantenimiento a través de KPIs financieros. *Dyna*, 81(184), 102-109.

García Alcaraz, Jorge Luis (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (60),129-140..

ISSN: 0120-6230. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=430/43021583012>

- García Garrido, S. (2010). *La contratación del mantenimiento industrial*. Madrid, España: Ediciones Diaz de Santos.
- Gómez Codutti, A., Mariño, S., & Alfonso, P. (2016). Una propuesta integradora de Mantenimiento Correctivo aplicada al Diseño Web Adaptativo y Accesibilidad Web. *Scientia Et Technica*, 21(1), 51-59.
- Gondres T., I., Lajes C., S., & del Castillo Serpa, A. (2016). Evaluación de la confiabilidad en interruptores de potencia mediante la norma Norsok Z-013. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(2), 198-205. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052016000200003>
- Guerra-López, Esmilka, & Oca-Risco, Alexis Montes de. (2019). Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (45), 14-21. <https://dx.doi.org/10.15446/rbct.n45.68711>
- Herrera Galán, M., & Duany Alfonso, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Revista de Ingeniería Industrial*, 2-13.
- Herrera Herbert, J. (2009). Introducción al mantenimiento minero. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, 3-20.
- Machaca Arcana, K. O. (2018). Propuesta de transición de OHSAS 18001:2007 a ISO 45001:2018 del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo para una Empresa dedicada a la comercialización, fabricación y mantenimiento de equipos para la gran minería, caso: Empresa Metso Perú S.A.
- Llanos García, A. (2019). *Mantenimiento preventivo de equipos de carguio – palas hidráulicas – en minería: una revisión sistemática*. Universidad Privada del Norte.
- Moubray, J. (1991). Introducción a Reliability-centred Maintenance. Aladon, Estados Unidos: Aladon Ltd.
- Olarte C, W., Botero A, M., & Cañon Z, B. A. (Agosto de 2010). Análisis de vibraciones: una herramienta clave en el mantenimiento predictivo. *Scientia Et Technica*, 16(45). Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917249040>

- Olarte C., W., & Botero A., M., & Cañon A., B. (2010). Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria. *Scientia Et Technica*, XVI(45),223-226.[fecha de Consulta 26 de Mayo de 2020]. ISSN: 0122-1701. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=849/84917249041>
- Oliva, K., Arellano, M., López , M., & Soler , K. (2010). Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. *Revista Venezolana de Gerencia*, 15(49), 125-140.
- Ortiz Useche, A., & Rodríguez Monroy, C., & Izquierdo, H. (2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18(61),86-104.[fecha de Consulta 26 de Mayo de 2020]. ISSN: 1315-9984. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=290/29026161004>
- Primero, D. F., Díaz, J. C., García, L. F., & Gonzáles Vargas, A. (2015). Manual para la gestión del mantenimiento correctivo de equipos biométricos en la fundación Valle del Lili. *Revista Ingeniería Biomédica*, 9(18), 81-87. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v9n18/v9n18a21.pdf>
- Prudencio Prieto, J. P. (2018). Propuesta de mejora en la gestión de supervisión del área de mantenimiento de una empresa comercializadora de combustibles líquidos. Lima: Repositorio Académico UPC. doi:<http://dx.doi.org/10.19083/tesis/624824>
- Ramirez, L., Sánchez, M., & Perozo, A. (2011). Plan integral de mantenimiento preventivo en las instalaciones del museo arte contemporaneo maczul. *ALCONPAT*, 53-66.
- Rodríguez Machado, A. (2012). Manual de gestión de mantenimiento. Universidad central "Marta Abreau de las Villas", Departamento de ingeniería industrial. Santa Clara: Tesis de doctorado.
- Rother, E. (2007). Revisão sistemática X revisão narrativa. *Editora Técnica da Acta Paulista de Enfermagem*, 20(2), 1-9.
- Sánchez Rodríguez, Á. P. (2010). La gestión de los activos físicos en la función mantenimiento. *Revista de Ingeniería Mecánica*, 13(2), 72-78. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225115200008>

Segura Rodríguez, F. (2008). Gestión de Mantenimiento. Introducción a la teoría del mantenimiento, 10(11), 3.

Serna Montoya, E. (2010). Acercamiento ontológico a la gestión del conocimiento en el mantenimiento del software. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 55, 3-11.

Vara Horna, A. A. (2010). 7 Pasos para una tesis exitosa desde la idea inicial hasta la sustentación. Revista de ingeniería Universidad San Martín de Porres, 6-10. Obtenido de <http://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TEISIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>