



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“METODOLOGÍAS EMPLEADAS EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS”: una revisión de la literatura científica

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autor:

Alín Edgard, López Guizábalo

Asesor:

Ing. Lic. Mg. Rafael Luis Alberto, Castillo Cabrera

Trujillo - Perú

2019

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Asesor Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera, docente de la Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería, carrera profesional de Ingeniería Industrial, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación, desarrollo, revisión de fondo y forma (cumplimiento del estilo APA y ortografía) y verificación en programa de antiplagio del Trabajo de Investigación del o los estudiantes(s)/egresado (s):

Alín Edgard López Guizábalo

Por cuanto, **CONSIDERA** que el Trabajo de Investigación titulado "Metodologías empleadas en la gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos": Una revisión de la literatura científica, para optar al grado de bachiller por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas en forma y fondo, por lo cual, **AUTORIZA** su presentación.

Con respecto al uso de la información de la empresa; el Asesor declara, según los criterios definidos por la universidad, lo siguiente:

- () Este trabajo Requiere la autorización de uso de información la empresa.
() Este trabajo No requiere autorización de uso de información.



Ing./Lic./Mg. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera
Asesor

Trujillo, 20 de enero del 2020

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.06	NÚMERO VERSIÓN	02	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	11/04/2019				

ACTA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

ACTA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Director/Coordinador Danny Stephan Zelada Mosquera, de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte, ha procedido a realizar la revisión del Trabajo de Investigación del (o los) estudiante (s)/egresado (s):

Alin Edgard López Guizábalo

Para aspirar al grado de bachiller con el Trabajo de Investigación titulado “Metodologías empleadas en la gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos”: Una revisión de la literatura científica.

Luego de la revisión de los documentos del Trabajo de Investigación expresa el siguiente resultado:

Aprobado

Desaprobado

Trujillo, 20 de enero del 2020


Ing./Lic./Mg.-Dr. Danny Stephan Zelada Mosquera
Director/Coordinador de Carrera



CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.09	NÚMERO VERSIÓN	03	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	13/09/2019				

DEDICATORIA

A Dios por permitirnos a pesar de las adversidades seguir con nuestros sueños y alcanzar nuestros objetivos.

A nuestros padres por ser quienes velaron por nuestro bienestar y formación a lo largo de toda nuestra vida, a nuestra familia por ser siempre nuestra fortaleza.

AGRADECIMIENTO

A Dios, a nuestros padres, nuestros docentes, asesores que nos supieron enseñar y dirigir para lograr desarrollar todas nuestras capacidades y a todas las personas que no dejaron en creer que alcanzaríamos nuestros objetivos en un camino a base de mucho esfuerzo y dedicación, un eterno agradecimiento y abrazo fraterno.

Tabla de contenido

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	2
ACTA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	15
CAPÍTULO III. RESULTADOS	17
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	24
REFERENCIAS	28
ANEXOS.....	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	15
Base de datos generales de información por autor, año y país de publicación.	
Tabla 2.....	18
Investigación por tipo de técnica, metodología, tipo mantenimiento y resultados.	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Investigaciones por tipo de revistas.....	16
Figura 2. Investigaciones por año de publicación.....	17
Figura 3. Tipos de mantenimiento.....	19
Figura 4. Técnicas de mantenimiento.....	20
Figura 5. Disponibilidad.....	21

RESUMEN

En la presente revisión sistemática que tuvo como objetivo establecer las metodologías y técnicas principales para incrementar la disponibilidad de las máquinas y los equipos a través de una correcta implementación de gestión de mantenimiento preventivo. La base de datos donde se recopiló la información utilizada en dicho trabajo de investigación fueron Ebsco, Redalyc, Scielo. De acuerdo con la información recopilada se obtuvieron 22 artículos, se escogieron aquellos artículos que mostraban el uso de las metodologías necesarias dentro la gestión de mantenimiento contemplando las técnicas y herramientas indispensables para su análisis, modelos que implementaban la disponibilidad de los equipos, año de publicación y términos claves. Empleando solo 15 artículos bajo los criterios mencionados

La conclusión se determina a través del análisis de la información donde se observaron la similitud en técnicas, métodos y herramientas empleadas en la gestión de mantenimiento, en el cual los resultados permitían contar con la disponibilidad oportuna de las máquinas en la operación, uno de los métodos más utilizados para disposición de la máquina o equipo fue el análisis de criticidad donde se evalúan los niveles de criticidad de los elementos más imprescindibles en el proceso con el fin de mejorar su desempeño asimismo lograr su disponibilidad.

PALABRAS CLAVES: “Gestión de mantenimiento”, “Mantenimiento preventivo”, “Disponibilidad”.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La historia del mantenimiento parte de la mano de la revolución industrial, dando inicio a la primera generación del mantenimiento con la implantación de la producción en cadena instituida por Henry Ford, logrando implementar más adelante un mantenimiento correctivo donde sólo se trataba de arreglar las fallas presentadas en el momento de la ejecución de la tarea, para luego ir evolucionando y desarrollar un proceso de prevención de averías que se sigue aplicando a través de un mantenimiento preventivo. Actualmente surge la necesidad de planificar y controlar el mantenimiento preventivo y crear una metodología para la gestión de mantenimiento con técnicas y procedimientos que conlleven a las empresas a una adecuada organización, planificación y disposición de sus máquinas y equipos, reduciendo los márgenes de averías mecánicas ocasionados por diversas fallas, contribuyendo la optimización de los recursos y la eficiencia de los equipos. Arellano y López (2010)

Mantenimiento puede ser definido como un conjunto de acciones orientadas a permanecer o reparar un componente, equipo o sistema, en un estado en el cual sus funciones pueden ser realizadas. Comprendiendo como función cualquier acción que un elemento, equipo o sistema desempeña, desde el punto de vista operacional. (Mesa, Ortiz y Pinzón, 2006)

Según Arellano y López (2010) “la Organización Industrial Mantenimiento considera a este como un factor estratégico en la búsqueda de elevar los niveles de productividad, seguridad y calidad dentro las empresas”.

Hernández, Carro, Montes y Fernández (2008, p. 14,15) menciona que, debido al enfoque global, hoy en día se necesita que el mantenimiento este integrado en un contexto

empresarial orientado hacia los negocios con un alto grado de competitividad para asegurar la confiabilidad de los activos de la empresa. También indican todas las grandes empresas del mundo se encuentran enfrascadas en el mejoramiento u optimización del mantenimiento preventivo planificado.

Se dice que gestión de mantenimiento tiene la misión esencial para los especialistas que lo controlan y desarrollan la gestión, de tal manera buscar la forma más eficiente que minimicen los costos garantizando el rendimiento total del mantenimiento, para obedecer la misión y visión de la organización. (Herrera y Duany, 2016)

“El proceso de mantenimiento implica desarrollar sus funciones bajo cualquier sistema de dirección y mejorar diariamente sus indicadores con la introducción de nuevos conceptos técnico-organizativos y herramientas que eleven la disponibilidad industrial”. (Vargas, Estupiñán y Díaz, 2017, p. 10)

Una moderna gestión de Mantenimiento implica mantener en buen estado los equipos a través de una buena planificación y ejecución que garantice la disponibilidad de los equipos, máquinas y sistemas con el fin de cumplir con los objetivos de minimizar los costos de operación y las del mantenimiento. (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera y Crespo, 2013)

Por otra parte, señalan, la indisponibilidad de los sistemas (o equipos) genera costos de ineficiencia por no producción o por falta de servicio. En algunos sistemas industriales los costos de ineficiencia son tan elevados (ineficiencia en equipos críticos) que podría ser económicamente conveniente considerar equipos de respaldo (redundancia) para lograr la disponibilidad y nivel de servicio necesario. (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera y Crespo, 2013, p. 127)

Penkova (2007, p. 669) reafirma lo mencionado anteriormente al señalar: El objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos se puede definir cómo conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene.

Actualmente existen dos metodologías de gestión de mantenimiento que permiten alcanzar el proceso de optimización industrial: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM para optimizar la implementación del mantenimiento preventivo basado en el mejoramiento de la confiabilidad operacional de los equipos y el Mantenimiento Productivo Total para lograr un mejoramiento permanente de la productividad industrial. El mantenimiento se puede clasificar en correctivo, preventivo y predictivo. (Penkova. 2007, p. 670, 671)

La aparición de fallas y averías en los equipos de una instalación industrial constituye una de las principales causas de ineficiencia. Su ocurrencia puede provocar una disminución de la disponibilidad de los procesos que a su vez traiga como consecuencia pérdidas en la producción, aumento de los costos operativos y una reducción de los ingresos, incluso en muchos casos, puede originar un accidente del que se deriven daños importantes a las personas o al ambiente. (Hung, 2009, p. 14)

Gasca, Camargo y Medina (2017) medir la confiabilidad de equipos críticos tiene como objetivo brindar procedimientos para mejorar en la toma de decisiones en el mantenimiento. Primeramente, jerarquizar los activos con el análisis de criticidad, identificación de los equipos en función de factores de operación, frecuencia, costo y tiempo por reparación de fallos y el impacto en la seguridad y salud del operador.

De manera general se puede clasificar los tipos de mantenimiento en dos formas, uno es mantenimiento correctivo dedicado a la reparación de los equipos en el momento que fallan; y el otro, es el mantenimiento preventivo encargado de detectar daños en los equipos antes de que estos dejen de funcionar y detengan el proceso de la producción. (Olarte, Botero y Cañon, 2010, p. 223)

Según Rodríguez, Bonet y Pérez (2013) “el sistema de mantenimiento preventivo conlleva a la realización de las operaciones con carácter profiláctico según una programación con único objetivo de minimizar el número de fallos aleatorios”.

“La finalidad de mantenimiento preventivo es conseguir arreglar las dificultades menores antes de ocasionar fallas. También se define como conjunto de acciones realizadas por el personal, para garantizar el buen funcionamiento de la empresa, máquinas, equipos y vehículos”. (Alavedra, Gastelu, Méndez, Minaya, Pineda, Prieto y Rios, 2016)

Los trabajos encaminados a la gestión de mantenimiento en los talleres de las empresas deben estar dirigidos en una primera etapa a sentar las bases que permitan implementar paulatinamente un sistema de gestión de mantenimiento donde los indicadores a evaluar no solo contemplen los aspectos técnicos, sino también los económicos y los ambientales. En esta primera etapa, la gestión debe estar enfocada a garantizar el control técnico del parque de máquinas y utilizar con este fin indicadores que garanticen la confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad de dichas maquinas. (Fernández y Shkiliova, 2012, p. 73)

García (2011, p. 130) el Mantenimiento Productivo Total TPM en la actualidad es una de las herramientas fundamentales para lograr la eficiencia y competitividad, lo que supone cumplir con especificaciones de calidad, tiempo y el costo de la producción y

generalmente se ejecuta conjuntamente con TQM (Total Quality Management), el cual se fundamenta en la búsqueda permanente por mejorar los rendimientos de los procesos y los medios de producción.

El Mantenimiento Productivo Total TPM pretende aumentar la disponibilidad y eficacia del equipo existente en cualquier situación, que busca la mejora del equipo de producción, mantenerlo en el nivel óptimo de servicio y así reducir su costo de ciclo de vida; y por ende también con la inversión mínima en recurso humano. Otra meta de TPM es reducir y controlar la variación en el proceso. (García, 2011, p. 130)

Según García, Gonzáles y Cortés (2009, p. 138) un programa de mantenimiento no solo debe garantizar un óptimo funcionamiento de los equipos, sino que, igualmente debe hacerlo económicamente, manejando eficientemente recursos humanos, técnicas e insumos. La gestión del mantenimiento involucra aspectos técnicos, económicos y administrativos, con un proceso integrado y convergente que da como resultado una mayor eficiencia, optimización de los recursos y de costos.

El problema de investigación formulada para este tema está orientado a responder la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las metodologías y técnicas empleadas en la gestión de mantenimiento preventivo y que efecto produce finalmente éste en la disponibilidad de las máquinas y equipos, en los últimos 15 años?

En base a la pregunta formulada se desprende el siguiente objetivo de investigación: Analizar las metodologías empleadas en la gestión de mantenimiento preventivo, analizando las técnicas de análisis y de mejora, así como el efecto en la disponibilidad de las máquinas y equipos de las empresas de transportes.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El presente estudio de Investigación es de tipo “revisión sistemática de la literatura científica” referente al tema de las metodologías empleadas en la gestión de mantenimiento preventivo, enfocadas en la disponibilidad de las máquinas y equipos.

En primera instancia se realizó la búsqueda de información y recopilación de los artículos científicos a través de las palabras claves “Gestión de mantenimiento”, “Mantenimiento preventivo”, “disponibilidad”. Empleando como fuente de información las plataformas de la información científica de la base de datos de Scielo, Redalyc, Ebsco. Se tomó como criterio la búsqueda de la información publicados entre los años 2006-2017. De las cuales se obtuvo 22 artículos.

Este periodo de estudio y selección de artículos consistió en dos fases:

- Primera fase: Basándonos en la identificación de artículos se analizaron y se eliminaron aquellos artículos que carecieron de información necesaria e importante referida a las palabras claves seleccionadas.
- Segunda fase: Los artículos seleccionados se escogió aquellos que mostraban el uso de las metodologías de la gestión de mantenimiento contemplando las técnicas y herramientas para su análisis como la propuesta del mantenimiento y la evaluación de su efecto en la disponibilidad de los equipos, así mismo se determinó que la información se encontrase en relación con las variables de estudio, considerando la data más relevante y razonable para el tema de investigación (2006-2017). A partir de estos criterios se consideró 15 artículos.

De dichos artículos se recopilaron las metodologías de las investigaciones más relevantes y conceptualizaron en una matriz permitiendo mantener un orden señalado título

de la investigación, año de publicación, y el autor (res), base de datos, contexto aplicado, metodología usada, indicadores analizados.

La información seleccionada de los artículos se realizó de las principales las fuentes informativas.

Scielo

Portal académico virtual formada por una serie de colecciones de artículos científicos permitiendo el fácil acceso y hallazgos a la información científica.

Redalyc

Es una red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, también es un portal donde se difunden artículos, repositorios de manera original y digital, red abierta para la facilidad de acceso a la información.

Ebsco

Plataforma para la recopilación de todo tipo de información como son datos científicos, revistas, artículos de diversas áreas.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En la siguiente tabla se muestra los 15 artículos seleccionados para la investigación de acuerdo con las palabras claves utilizadas.

Tabla 1: Base de datos generales de información

N°	BASE DATOS	TÍTULO	AUTORES	AÑO	PAÍS
1	Scielo	Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en el Sector Industrial	Maira C. Gasca, Luis L. Camargo; Byron Medina	2017	Colombia
2	Redalyc	Actualidad mundial de los sistemas de gestión del mantenimiento	Irina Vargas Vargas; Santiago Estupiñán Díaz; Arnaldo Díaz Molina	2017	Cuba
3	Redalyc	Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013	Carol Alavedra Flores; Yumira Gastelu Pinedo; Griseyda Méndez Orellana; Christian Minaya Luna; Brandon Pineda Ocas; Krisley Prieto Gilio; Kenny Ríos Mejía; Moreno Rojo César	2016	Perú
4	Redalyc	Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento	Michael Herrera Galán; Yoenia Duany Alfonzo	2016	Cuba
5	Scielo	Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga	Emilio Rodríguez Pérez; Carlos Manuel Bonet Borjas; Liyen Pérez Quiñones	2013	Cuba
6	Ebsco	Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo	Pablo Viveros; Raúl Stegmaier; Fredy Kristjanpoller; Luis Barbera; Adolfo Crespo	2013	Chile
7	Redalyc	Validación de un método para el cálculo de indicadores de mantenimiento	Fernández Sánchez, Manuel; Shkiliova, Liudmila	2012	Cuba
8	Redalyc	Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total	García Alcaraz, Jorge Luis	2011	Colombia
9	Redalyc	Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria	Olarte C., William; Botero A., Marcela; Cañon A., Benhur	2010	Colombia
10	Redalyc	Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia	Oliva, Karim; Arellano, Madelein; López, María; Soler, Karen	2010	Venezuela
11	Redalyc	Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Machado EDC	Alberto J. Hung	2009	Cuba
12	Redalyc	Metodología de mantenimiento con posible aplicación en el sector agroindustrial	Germán García Monsalve; Hugo González S; Elkin Cortés M.	2009	Colombia
13	Ebsco	Optimización del mantenimiento preventivo utilizando las técnicas de diagnóstico integral. Fundamento teórico-práctico	Pedro L. Hernández; Juan Montes de Oca; Miguel Carro; Sergio J. Fernández	2008	Cuba
14	Redalyc	Mantenimiento y análisis de vibraciones	María Penkova Vassileva	2007	República Dominicana
15	Redalyc	La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento	Mesa Grajales, Dairo H.; Ortiz Sánchez, Yesid; Pinzón, Manuel	2006	Colombia

Fuente: Elaboración propia

Cabe indicar que la presente investigación se analizaron 15 artículos seleccionados con la información más relevantes de las bases de datos Scielo, Ebsco y Radalyc relacionados al tema de estudio de gestión de mantenimiento, los cuales se distribuyeron indicando las investigaciones por revistas el 13% de la base de datos Ebsco, 14% de Scilo y el 73% de Redalyc, como se visualiza en figura 1.

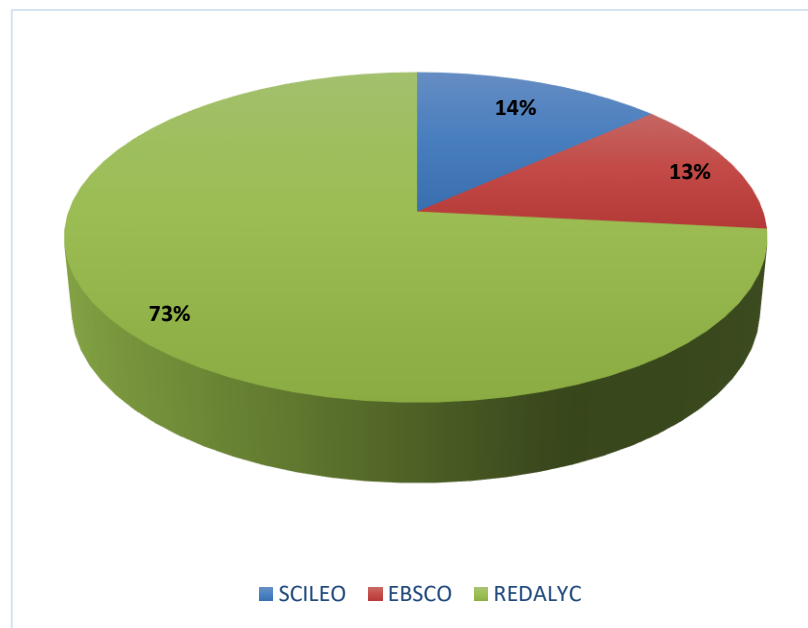


Figura 1: Investigaciones por tipo de revistas

Fuente: Tabla 1 base de datos generales de información, elaboración propia

Así mismo tomando como criterio al periodo de búsqueda de información basados en los últimos 15 años, considerando las investigaciones por año de publicación, por el cual se desarrolla de la siguiente manera: En los 4 primeros años de estudio (2006-2009) se encontró 5 artículos científicos por el cual representa el 33.33%, 6 en el siguiente periodo (2010-2013) representado por el 40% y 4 en el periodo (2014-2017) con el 26.67% como se puede visualizar en la figura 2.

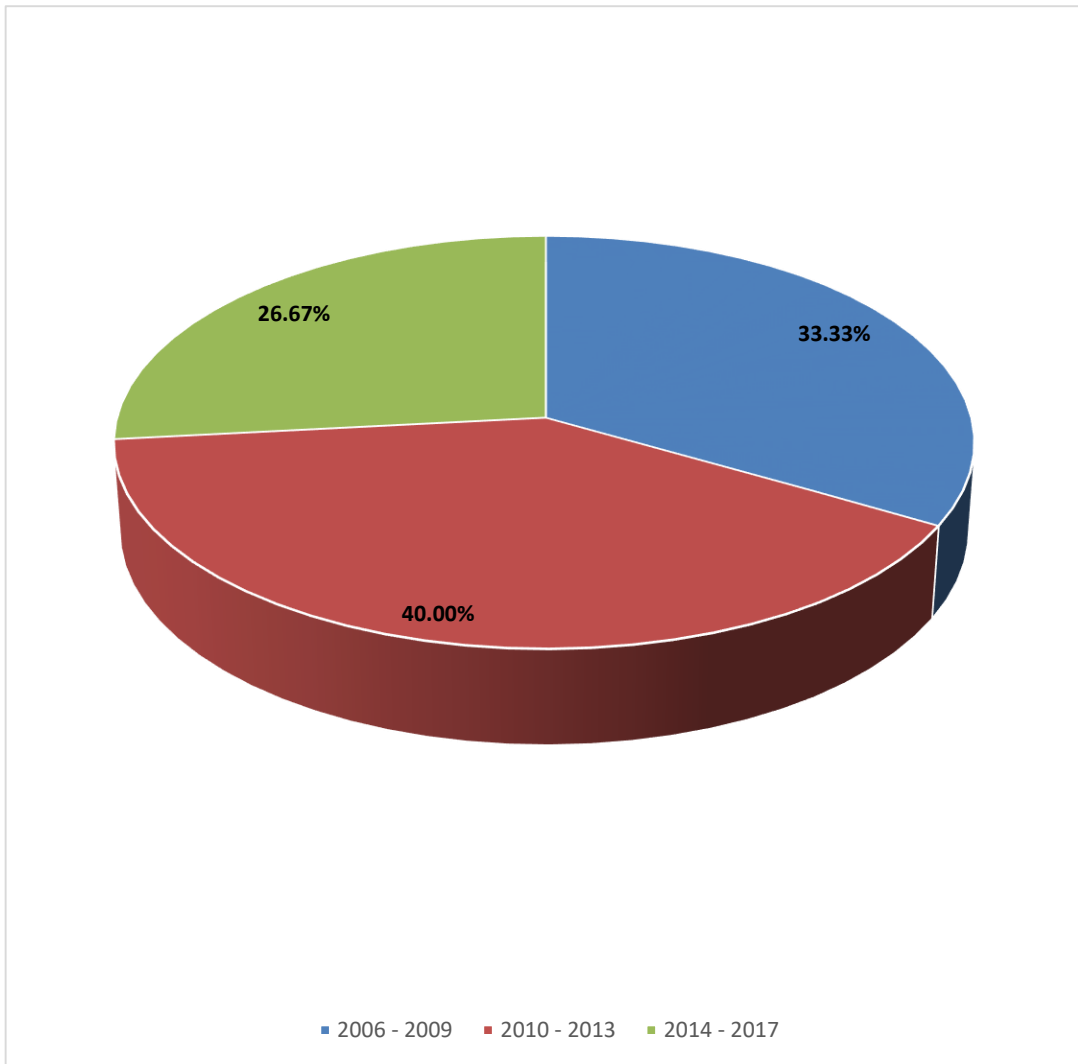


Figura 2: Investigaciones por año de publicación

Fuente: Tabla 1 base de datos generales de información, elaboración propia

Tabla 2: Investigación por tipo de técnica, metodología, tipo de Mant. y resultados

TÍTULO	AUTORES	TIPO DE TÉCNICA	METODOLOGÍA	TIPO MANTENIMIENTO	RESULTADO
Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en el Sector Industrial	Maira C. Gasca, Luis L. Camargo y Byron Medina	Análisis de criticidad	Utilizaron la metodología de análisis del modo y efecto de la falla de los equipos	No muestra	Mejoro (no se realizó cálculo)
Actualidad mundial de los sistemas de gestión del mantenimiento	Irina Vargas Vargas; Santiago Estupiñán Díaz; Arnaldo Díaz Molina	Estudio basado en la importancia de sistemas GMAC de gestión de mantenimiento	Análisis documental	No muestra	Mejoro (no se realizó cálculo)
Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013	Carol Alavedra Flores; Yumira Gastelu Pinedo; Griseyda Méndez Orellana; Christian Minaya Luna; Brandon Pineda Ocas; Krisley Prieto Gilio; Kenny Ríos Mejía; Moreno Rojo César	Análisis de criticidad	Realizó un análisis tipo descriptivo correlacional	Preventivo	Mejoro en un 62.60% de disponibilidad
Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento	Michael Herrera Galán; Yoenia Duany Alfonso	Basado en la técnica de Kant	Implementación de una metodología para la gestión de mantenimiento asistido por computadora	No muestra	Mejoro (no se realizó cálculo)
Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga	Emilio Rodríguez Pérez; Carlos Manuel Bonet Borjas; Liyen Pérez Quiñones	Aplicó técnicas matemáticas para validar resultados obtenidos por estudios cualitativos	Tiños y filosofías de mantenimiento	Preventivo, Predictivo	Mejoro (no se realizó cálculo)
Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo	Pablo Viveros, Raúl Stegmaier, Fredy Kristjanpoller, Luis Barbera, Adolfo Crespo	Análisis de criticidad	Análisis de métodos cualitativos basado en opiniones de especialistas.	No muestra	Mejoro (no se realizó cálculo)
Validación de un método para el cálculo de indicadores de mantenimiento	Fernández Sánchez, Manuel; Shkiliova, Liudmila	Se utilizó tarjetas de control de consumo de combustible y lubricantes	Análisis de información para el cálculo de indicadores	No muestra	Mejoro (no se realizó cálculo)
Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total	García Alcaraz, Jorge Luis	Recolección de datos para el análisis de la información	Diseño de un instrumento de recolección de datos e identificación de atributos administrativos	Mantenimiento productivo total	Mejoro (no se realizó cálculo)
Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria	Olarte C., William; Botero A., Marcela; Cañon A., Benhur	Análisis de vibraciones, ultrasonidos, termografía y análisis de aceite	Conceptos basados en mantenimiento predictivo	Predictivo	Mejoro (no se realizó cálculo)
Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia	Oliva, Karim; Arellano, Madelein; López, María; Soler, Karen	Realizó la técnica de muestreo aleatorio simple	Realizó encuestas, entrevistas a empresas industriales	No muestra	Mejoro en un 42.60% de disponibilidad
Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Machado EDC	Alberto J. Hung	Análisis de criticidad	Mantenimiento centrado en confiabilidad	No muestra	Mejoro (no se realizó cálculo)
Metodología de mantenimiento con posible aplicación en el sector agroindustrial	Germán García Monsalve, Hugo González S, Elkin Cortés M.	Técnicas de planificación y de ejecución del mantenimiento	Utilizó la metodología "5QS" para el diseño e implementación de planes de mantenimiento	Preventivo	Mejoro (no se realizó cálculo)
Optimización del mantenimiento preventivo utilizando las técnicas de diagnóstico integral. Fundamento teórico-práctico	Pedro L. Hernández, Juan Montes de Oca, Miguel Carro, Sergio J. Fernández	Análisis de criticidad	Método para la optimización del mantenimiento preventivo planificado	Preventivo	Mejoro (no se realizó cálculo)
Mantenimiento y análisis de vibraciones	María Penkova Vassileva	Análisis de vibraciones	Basado en mantenimiento predictivo	Correctivo, preventivo, predictivo	Mejoro (no se realizó cálculo)
La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento	Mesa Grajales, Dairo H.; Ortiz Sánchez, Yesid; Pinzón, Manuel	Disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento	Conceptos basados en confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad	No muestra	Mejoro (no se realizó cálculo)

Fuente: Tabla 1 Base de datos generales de información, elaboración propia

De las quince investigaciones estudiados solo 7 artículos están basados en tipos de mantenimiento, y los demás es importante indicar que, a pesar de los diferentes estudios por los autores, si se llega enfocar un mismo objetivo. Se describe a continuación los tipos de Mantenimiento empleados, preventivo tiene una participación de 42.86%, preventivo – predictivo 14.29%, predictivo 14,29%, mantenimiento productivo total 14.29% y mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo 14.29%, como se aprecia en la figura 3.

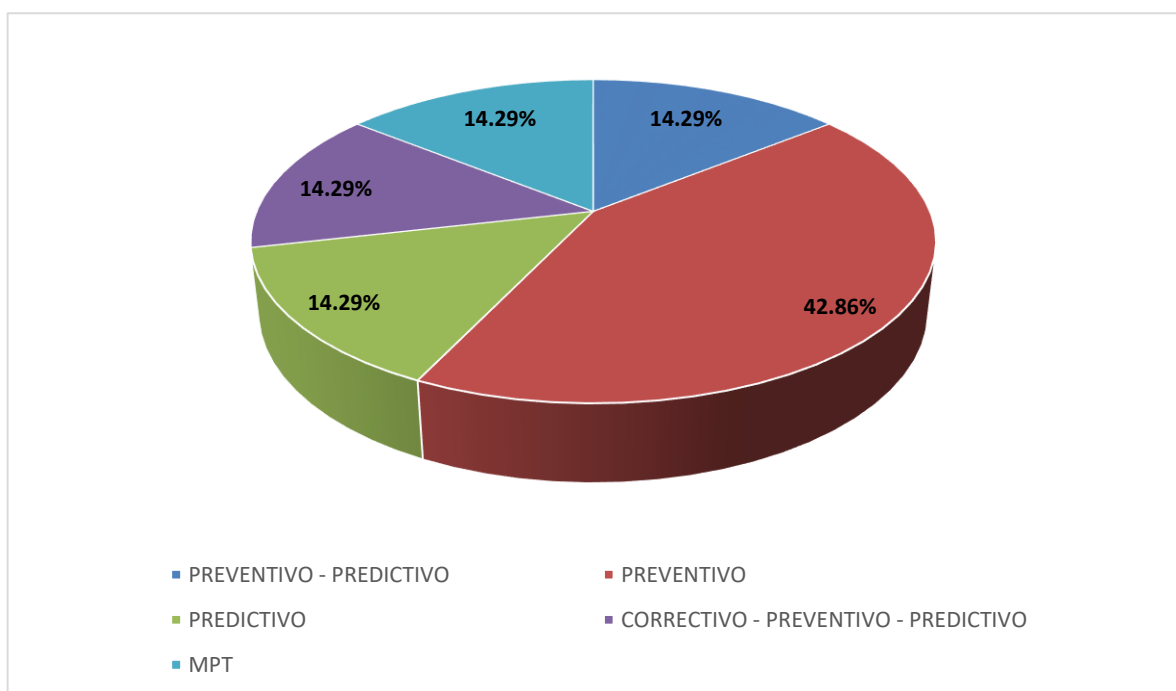


Figura 3: Tipos de mantenimiento

Fuente: Tabla 2 Investigación por tipo de técnica, metodología, tipo de mantenimiento, elaboración propia

Tomando como criterio de análisis al tipo de técnicas más empleadas dentro del proceso de la investigación de las metodologías usadas para el análisis de una maquina u equipo es el análisis de criticidad que representa el 33.33% como se puede visualizar en la figura 4

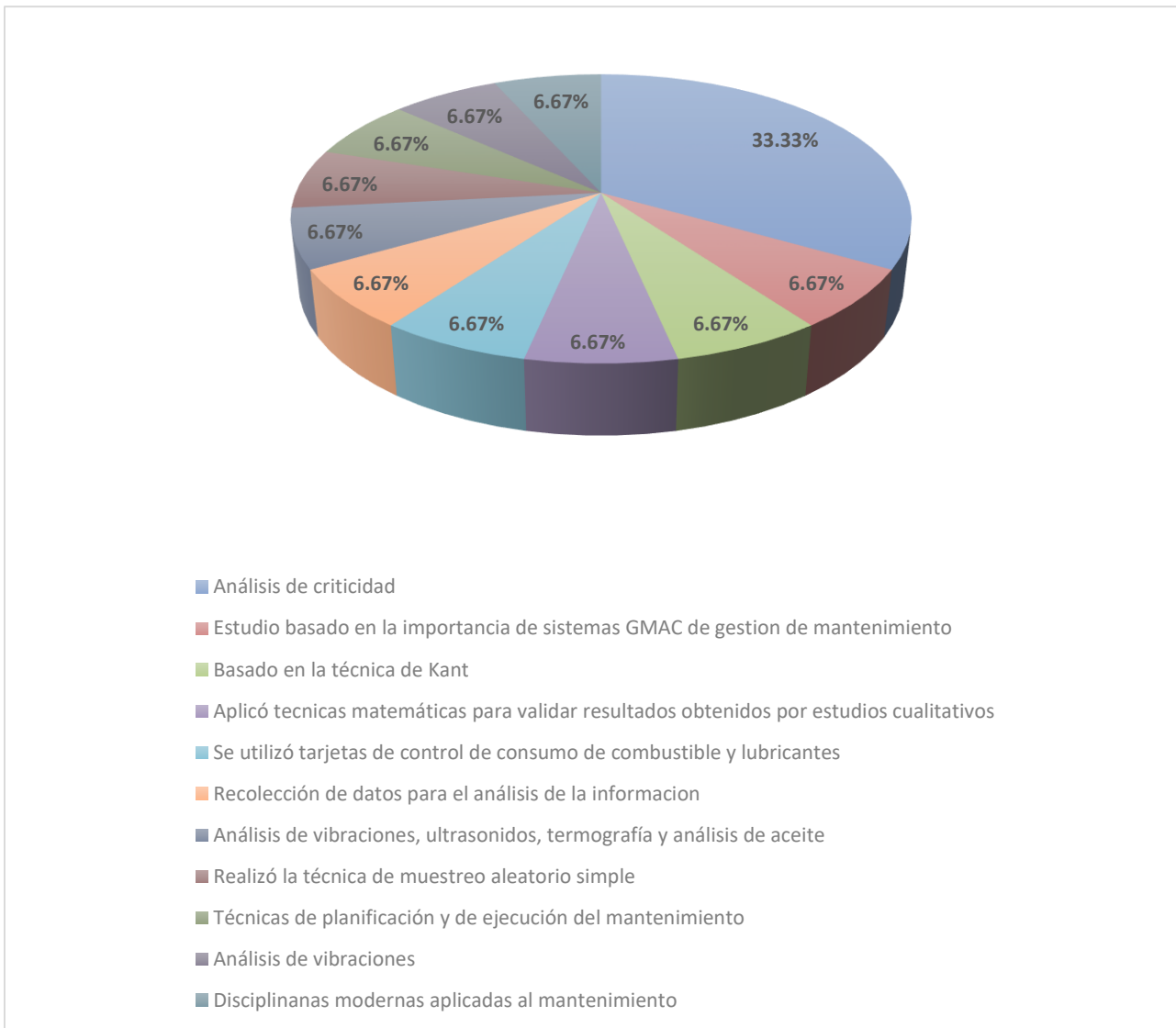


Figura 4: Técnicas de mantenimiento

Fuente: Tabla 2 Investigación por tipo de técnica, metodología, tipo de manteamiento, elaboración propia

Así mismo de los quince artículos estudiados solo dos investigaciones reflejan un resultado, con respecto al efecto de disponibilidad, a través del análisis de criticidad de los equipos se ve evidenciado un mayor porcentaje (62.60%) y la técnica de muestreo aleatoria simple con el 42.60% (figura N° 5), cabe resaltar en los demás escenarios no se realizaron los cálculos, pero con las técnicas y metodologías empleadas de igual manera se ve enfocado en la mejora de la disponibilidad de las máquinas y equipos.

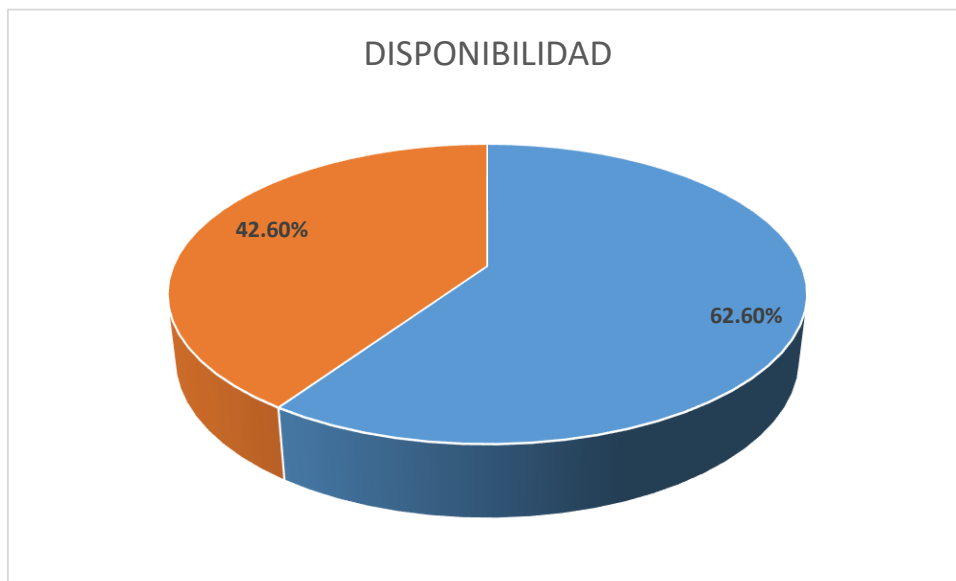


Figura 5: Disponibilidad

Fuente: Tabla 2 Investigación por tipo de técnica, metodología, tipo de mantenimiento, elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Podemos decir que la gestión de mantenimiento ha ido tomando con mayor énfasis en las empresas, es así como se puede observar que dentro los diferentes escenarios de las investigaciones estudiadas se han podido determinar que una adecuada gestión de mantenimiento, a través de las distintas herramientas, técnicas y metodologías empleadas pues ha conllevado mejorar la disponibilidad de los equipos.

Los resultados demostraron que las fuentes de información, donde se alojan artículos de investigación referidas a las metodologías de la gestión de mantenimiento es Redalyc, Scielo y Ebsco, donde se obtuvo que la fuente de más información es Redalyc con 73% (figura 1); frente a Scielo con 14%, de manera similar Ebsco con el 13%. También se obtuvo que el periodo de más información en este tema fue la de (2010-2013) que representa el 40% (figura 2).

El estudio permitió reflejar los tipos de gestión de mantenimiento que tiene un mayor nivel de análisis científico es el mantenimiento preventivo (42.86%) seguida por el mantenimiento preventivo-predictivo, correctivo-preventivo-predictivo, predictivo y MPT con el 14.29% (figura 3) donde el mayor nivel de estudio estaba sesgado al preventivo. Con lo que se puede inferir que el mantenimiento preventivo es el más empleado. Así mismo se obtuvo que la técnica con mayor énfasis es el análisis de la criticidad representado con el 33.33% (figura 4). De igual modo el estudio permitió enfocar el nivel de disponibilidad mediante la técnica del análisis de criticidad (62.60%) y a través del análisis aleatorio simple con el 42.60% (figura N° 5).

Dentro de las investigaciones se determinó que existen técnicas de mantenimiento de jerarquización de equipos basadas en un análisis de criticidad. Según Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera y Crespo (2013, p. 130) el análisis de criticidad es un conjunto de metodologías que permiten definir la jerarquía o prioridades de un proceso, sistema y equipos, según el parámetro de valor conocido como “criticidad” que es proporcional al riesgo generando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas direccionando los esfuerzos y recursos técnico-económicos en áreas y eventos que tienen mayor impacto en el negocio.

Las investigaciones seleccionadas nos permiten concluir que la implementación de métodos y técnicas dentro de una gestión de mantenimiento nos otorga mayor beneficio por la disponibilidad de las máquinas y equipos.

Así mismo de los quince artículos estudiados solo dos investigaciones se ven reflejados en el resultado, con respecto al efecto en la disponibilidad (tabla N° 2), cabe resaltar en los demás escenarios no se realizaron los cálculos, pero con las técnicas y metodologías empleadas de igual manera se ve enfocado en la mejora de la disponibilidad de las máquinas y equipos.

Es importante mencionar que las investigaciones analizadas nos conllevan a realizar metodologías y técnicas para la disponibilidad inmediata de las máquinas y equipos. Las herramientas, modelos y diferentes procedimientos característicos de lo investigado nos ayudan a minimizar los fallos presentados en el proceso, así mismo simplificar los costes de mantenimiento, de tal manera incrementar mayor disponibilidad de los equipos.

La conexión entre el mantenimiento preventivo y la disponibilidad, son variables que van de la mano. Es por ello debemos resaltar que la disponibilidad y la confiabilidad son

elementos sumamente importantes en una operación. La disponibilidad de un equipo representa el tiempo disponible del equipo en un sistema dentro de una unidad de producción, la cual se calcula en porcentaje en un tiempo determinado. (Alavedra, Gastelu, Méndez, Minaya, Pineda, Prieto, Ríos y Moreno 2016, p. 13)

En base a las técnicas aplicadas en gestión de mantenimiento correspondiente a los quince artículos estudiados nos determina que la técnica con mayor frecuencia es el análisis de criticidad de las máquinas y equipos, siendo así de gran importancia para determinar el grado de criticidad que puede tener un máquina o equipo, así mismo dentro de este marco de estudio se puede identificar en segundo lugar al análisis de vibraciones (ultrasonidos, termografía y análisis de aceite) del mismo modo se realizó estudio basado en los sistemas GMAC, técnica de Kant, técnicas matemáticas, utilización de tarjetas de control de consumo de combustible y lubricantes, recolección de datos, técnica de muestreo aleatorio simple, técnicas de planificación y las disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. (tabla N° 2)

Del mismo modo de las investigaciones analizadas con respecto a las metodologías empleadas se puede evidenciar el enfoque de los diferentes métodos realizados como en primer lugar el análisis del modo y efecto de falla de los equipos, análisis documentales, análisis tipo descriptivo correlacional, análisis de métodos cualitativos, análisis de información, metodologías para la gestión de mantenimiento asistido por computadora, tipos y filosofías de mantenimiento. En segundo lugar, se ve reflejado en un análisis basado en conceptos de mantenimiento predictivo, mantenimiento centrado en confiabilidad, optimización del mantenimiento preventivo, conceptos basados en confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, y la utilización de la metodología “5QS”, así mismo como

tercer punto para ciertos escenarios se realizó encuestas, entrevistas y diseño de un instrumento de recolección de datos. (tabla N° 2)

Cabe resaltar como conclusión de los artículos estudiados se pudo analizar puntos relevantes, que, a pesar de los diferentes escenarios realizados por los autores, y bajo la premisa de los distintos modelos, herramientas, técnicas y metodologías empleadas nos conlleva a una sola conclusión que si se establece una buena gestión de mantenimiento ayudara mejorar la disponibilidad de los equipos.

Según Garcia, Gonzáles y Cortés (2009, p. 141) la metodología denominada “5QS” para el diseño e implementación de planes de mantenimiento, se construye con base en las respuestas dadas a los interrogantes planteados en cada una de cinco faces o etapas que la constituyen. Las identificadas corresponde a: Fase de diagnóstico, fase de diseño, fase de implementación, fase de medición y fase de mejoras.

REFERENCIAS

- Gasca, M., Camargo, L. y Medina, B. (2017). Sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en el sector industrial. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v28n4/art14.pdf>
- Vargas, I., Estupiñán, S. y Díaz, A. (2017). Actualidad mundial de los sistemas de gestión del mantenimiento. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223154251002>
- Alavedra, C., Gastelu, Y., Méndez, G., Minaya, C., Pineda, B., Prieto, K., Ríos, K. y Moreno, C. (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337450992001>
- Herrera, G. y Duany, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360443665001>
- Rodríguez, E., Bonet, C. y Pérez, L. (2013). Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v22n2/rcta11213.pdf>
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L. y Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77225903012>
- Fernández, M. y Shkiliova, L. (2012). Validación de un método para el cálculo de indicadores de mantenimiento. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93223755012>
- García, J. (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43021583012>

Olarte, W., Botero, M. y Cañon, B. (2010). Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917249041>

Oliva, K., Arellano, M., López, M. y Soler, K. (2010). Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29012358008>

Hung, A. (2009). Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Machado EDC. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329127741002>

García, G., González, H. y Cortés, E. (2009). Metodología de mantenimiento con posible aplicación en el sector agroindustrial. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321428102014>

Hernández, P., Montes, J., Carro, M. y Fernández, S. (2008). Optimización del mantenimiento preventivo utilizando las técnicas de diagnóstico integral. Fundamento teórico-práctico. Recuperado de

<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=14&sid=997dccb0-c40a-4136-ba41-471e77f595e1%40pdc-v-sessmgr02>

Penkova, M. (2007). Mantenimiento y análisis de vibraciones. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87032407>

Mesa, D., Ortiz, Y. y Pinzón, M. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491036>

ANEXOS

Anexo N° 01: Base de datos de información

N°	FUENTE	TÍTULO	AUTORES	AÑO	PAÍS
1	Scielo	Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en el Sector Industrial	Maira C. Gasca, Luis L.; Camargo y Byron Medina	2017	Colombia
2	Redalyc	Actualidad mundial de los sistemas de gestión del mantenimiento	Irina Vargas Vargas; Santiago Estupiñán Díaz; Arnaldo Díaz Molina	2017	Cuba
3	Redalyc	Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013	Carol Alavedra Flores; Yumira Gastelu Pinedo; Griseyda Méndez Orellana; Christian Minaya Luna; Brandon Pineda Ocas; Krisley Prieto Gilio; Kenny Ríos Mejía; Moreno Rojo César	2016	Perú
4	Redalyc	Disposición y disponibilidad como indicadores para el transporte	Penabad-Sanz, Laksmi; Iznaga-Benítez, Arsenio Miguel; Rodríguez-Ramos, Pedro Antonio; Cazañas-Marisy, Caridad	2016	Cuba
5	Redalyc	Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento	Michael Herrera Galán; Yoenia Duany Alfonso	2016	Cuba
6	Ebsco	Evaluación de la gestión del mantenimiento y la reparación de los tractores mediante indicadores	Ing. Andy Azoy CapoteI, Dr.C. Manuel Fernández SánchezI, Dr.C. Liudmila Shkiliovall	2016	ECUADOR
7	Ebsco	Panorama de los sistemas de información para la gestión del mantenimiento	Monica A. López Campos y vatore Cannella	2014	Chile
8	Scielo	Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga	Emilio Rodríguez Pérez; Carlos Manuel Bonet Borjas; Liyen Pérez Quiñones	2013	Cuba
9	Ebsco	Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo	Pablo Viveros, Raúl Stegmaier, Fredy Kristjanpoller, Luis Barbera, Adolfo Crespo	2013	Chile
10	Redalyc	Modelo de mejora de la competitividad basada en indicadores críticos de gestión en las pequeñas empresas de servicios de mantenimiento de equipos pesados	García Zapata, Teonila Doria; Sotomayor Sancho Dávila, César	2013	Perú
11	Redalyc	Validación de un método para el cálculo de indicadores de mantenimiento	Fernández Sánchez, Manuel; Shkiliova, Liudmila	2012	Cuba
12	Redalyc	Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total	García Alcaraz, Jorge Luis	2011	Colombia
13	Redalyc	Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria	Olarte C., William; Botero A., Marcela; Cañon A., Benhur	2010	Colombia
14	Redalyc	Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia	Oliva, Karim; Arellano, Madelein; López, María; Soler, Karen	2010	Venezuela
15	Redalyc	Evaluación de la función mantenimiento en empresas transportistas	Alba Raña González, Luz del; Castillo Asencio, Orlando; Baste González, Jorge; Falcón Cuadra, José Luís	2010	Cuba
16	Redalyc	Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Machado EDC	Alberto J. Hung	2009	Cuba
17	Redalyc	Metodología de mantenimiento con posible aplicación en el sector agroindustrial	Germán García Monsalve, Hugo González S, Elkin Cortés M.	2009	Colombia
18	ebsco	Optimización del mantenimiento preventivo utilizando las técnicas de diagnóstico integral. Fundamento teórico-práctico	Pedro L. Hernández, Juan Montes de Oca, Miguel Carro, Sergio J. Fernández	2008	Cuba
19	Redalyc	Desarrollo de un software para mantenimiento preventivo, aplicable a los sectores de micro y pequeñas empresas colombianas	Carvajal, Guillermo; Ríos Gaviria, Alexander; Montilla M., Carlos A.	2008	Colombia
20	Redalyc	Mantenimiento y análisis de vibraciones	María Penkova Vassileva	2007	República Dominicana
21	Redalyc	Caso de aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo	Montilla M., Carlos A.; Arroyave, Juan Felipe; Silva M., Carlos Eduardo	2007	Colombia
22	Redalyc	La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento	Mesa Grajales, Dairo H.; Ortiz Sánchez, Yesid; Pinzón, Manuel	2006	Colombia

Anexo N° 02: Rúbrica de evaluación de trabajo de investigación

21/01/2020



RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE REVISIÓN SISTEMÁTICA

Título de la Investigación: METODOLOGÍAS EMPLEADAS EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS: Una revisión de la literatura científica							
Nombres y apellidos de el/los estudiante(s): Ailin Edgard, López Guizábalo							
Nombres y apellidos del evaluador: Rafael Luis Alberto, Castillo Cabrera							
Sede: SAN ISIDRO		Carrera: INGENIERÍA INDUSTRIAL			Facultad: INGENIERÍA		
CONDICIONES OBLIGATORIAS							
Coherencia		Los resultados, discusión y conclusiones responde a la pregunta y objetivo de la investigación			Si	No	
Consistencia		Cada una de las secciones del trabajo de investigación están debidamente sustentadas			Si	No	
Informe de similitud		Tiene 0% de similitud después de eliminar falsos positivos			Si	No	
CRITERIOS DE EVALUACIÓN							
Criterio		Descripción	Reportar a otro página 8	Puntaje			
				0 (No desarrollado)	Parcialmente	No lo presenta	Puntaje máximo
Título	Título	Identifica el reporte como una revisión sistemática.		0.5	0.25	0	0.5
Resumen	Resumen	Proporciona en 200 palabras: antecedentes; objetivos; fuentes de datos; criterios de elegibilidad, objeto de estudio; métodos de evaluación y síntesis del estudio; resultados; limitaciones; conclusiones.		1	0.5	0	1
Introducción	Justificación	Describe la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce.		1	0.5	0	1
Introducción	Objetivos	Proporciona una declaración explícita de las preguntas que se están tratando con referencia al objeto de estudio.		2	1	0	2
Metodología	Criterios de elegibilidad	Especifica las características de los estudios considerados (por ejemplo, los estudios que miden la empleabilidad de los universitarios) y las características del informe (por ejemplo, los años considerados, el idioma y el estado de publicación).		1	0.5	0	1
Metodología	Recursos de información	Describe las bibliotecas virtuales consultadas para el estudio, por ejemplo: Ebsco, Redalyc, Google Académico, etc.		0.5	0.25	0	0.5

21/01/2020

Metodología	Búsqueda	Presenta la estrategia de búsqueda utilizada, por ejemplo palabras claves, limitadores utilizados (por ejemplo, periodo, tipos de documentos, idioma, etc.) de tal forma que pueda replicarse el estudio.	0.5	0.25	0	0.5
Metodología	Selección de estudios	Indica los criterios por los que descartó o incluyó estudios (por ejemplo, del total del resultado de la búsqueda se descartaron 5 porque no tenían instrumentos de medición de empleabilidad).	1	0.5	0	1
Metodología	Proceso de recopilación de datos	Describe el método de extracción de datos de los estudios (por ejemplo, en tablas que describen los estudios con campos como: año de publicación, revista, país, institución, tipo de estudio, etc.) y cualquier proceso para obtener y confirmar los datos de los estudios.	0.5	0.25	0	0.5
Resultados	Selección del estudio	Proporciona el número de estudios examinados, evaluados por elegibilidad e incluidos en la revisión, con razones para las exclusiones en cada etapa, idealmente con un diagrama de flujo.	2	1	0	1
Resultados	Características de los estudios	Para cada estudio, presenta las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, año de publicación, revista, país, institución, tipo de estudio, etc.).	2	1	0	1
Resultados	Análisis global de los estudios	Presenta las características de los estudios de manera globalizada (por ejemplo, porcentaje de estudios por año de publicación, por tipos, por temas abordados, etc.).	2	1	0	2
Discusión	Resumen de los resultados	Resume los principales hallazgos, incluyendo la fuerza de la evidencia para cada resultado principal; considera su relevancia para el objeto de estudio.	3	1.5	0	2
Discusión	Limitaciones	Discute las limitaciones en el estudio y el nivel de resultado (p. Ej., riesgo de sesgo) ya nivel de revisión (por ejemplo, recuperación incompleta de la investigación identificada, sesgo de notificación).	1	0.5	0	1
Discusión	Conclusiones	Proporcionar una interpretación general de los resultados, responde la pregunta de la investigación, y las implicaciones para la investigación futura.	2	1	0	2
Puntaje total						17

Firma del evaluador

Firma y sello del director/coordinador de carrera

Adaptado de: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097