

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO APLICANDO RCM PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD OPERATIVA DE LAS MÁQUINAS DE LA LÍNEA 24 DE LA EMPRESA AJEPER: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autor:

Fischer Anderson Tito Osorio

Asesor:

Mg. Richard Alex Farfán Bernal

Lima - Perú

2019



DEDICATORIA

Esta tesis dedico a toda mi familia y seres queridos principalmente a mi madre que ha sido protagonista en mi formación como persona y profesional, por sus consejos, confianza y apoyo, a mi esposa gracias por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles con amor y comprensión, y a mi hijo quien ha sido mi mayor motivación para no rendirme en los momentos difíciles

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco a dios, mis sinceros agradecimientos para la empresa AJEPER por darme la oportunidad de desarrollarme en el ámbito laboral y por su ayuda desinteresada que me brindo al darme la información para la elaboración de mi tesis, a mis dignos maestros por su apoyo y enseñanza, a la Universidad Privada del Norte por acogerme en su digna institución para formarme profesionalmente.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II METODOLOGÍA	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS	31
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	37
REFERENCIAS.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Subsector Fabril no Primario 2019

tabla N°2 Descarte de Inclusión

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1 Formula de Disponibilidad

Figura N°2 Formula Tiempo Promedio Para Reparar

Figura N°03 Tipos de Disponibilidad

Figura N°4 Formula disponibilidad

Figura N° 5 La Metodología RCM

Figura N°6 Equipos de Revisión RCM

Figura N°7 Diagrama de bloque para conducir al RCM

Figura N°8 Grupo de Consecuencia de Falla

Figura N°9 selección de los artículos que no cumplían con el requisito

Figura N°10 Artículos Según la Geografía

Figura N°11 artículos por año

Figura N°12 Artículos según el rubro

RESUMEN

La confiabilidad operativa de las maquina industriales es una necesidad casi obligatoria en estos tiempos ya que si una maquina falla en pleno proceso productivo las consecuencias son grandes pérdidas económicas ya que desencadena mano de obra os ociosa, productos que se malogra energía desperdiciada. Etc.

La presente investigación tiene como objetivo proponer una mejora del sistema de mantenimiento aplicando metodología RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) tomando como referencia a Jhon Moubray (2004). para que de esta forma se pueda incrementar la disponibilidad operativa de las 14 máquinas de la línea 24 de la empresa AJEPER, para esta investigación nos basamos en la información obtenida del año 2013 hasta 2019 la cual nos servirá como base de datos para sustentar nuestra propuesta. El objetivo fundamental de esta investigación fue hacer una revisión sistemática de la literatura de revistas artículos publicadas en bibliotecas electrónicas como Google Académico Y Scielo y en idioma español, en donde se realizó una evaluación exhaustiva de los 7 artículos para poder extraer información importante con contenido sobre gestión de mantenimiento disponibilidad y metodología RCM. Se puede resaltar que en los estudios nos indica que el mantenimiento en fundamental en una máquina para que cumpla con el objetivo para la cual fue creado y las empresas sean más competitivos en esta era de la globalización.

PALABRAS CLAVES: producción, disponibilidad, metodología RCM, costo de mantenimiento.

SUMMARY

The operative reliability of the industrial machines is an almost obligatory necessity in these times since if a machine fails in the middle of the productive process the consequences are great economic losses since it triggers labor of idle, products that waste wasted energy. Etc.

The objective of this research is to propose an improvement of the maintenance system by applying the RCM (Reliability Centered Maintenance) methodology, taking Jhon Moubray (2004) as a reference. so that in this way we can increase the operational availability of the 14 machines of line 24 of the company AJEPER, for this research we rely on the information obtained from 2013 to 2019 which will serve as a database to support our proposal . The main objective of this research was to make a systematic review of the literature of journal articles published in electronic libraries such as Google Academic and Scielo and in Spanish, where a comprehensive evaluation of the 7 articles was performed in order to extract important information with content about maintenance management availability and RCM methodology. It is possible to stand out that in the studies it indicates to us that maintenance fundamentally in a machine so that it fulfills the objective for which it was created and the companies are more competitive in this era of the globalization.

KEYWORDS: production, availability, RCM methodology, maintenance cost.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La empresa AJEPER planta Huachipa cuenta con 20 líneas de producción de sus diferentes marcas y presentaciones, en esta propuesta nos estaremos enfocando específicamente en la línea 24 que se usa para llenar bebidas en caliente.

Debido a la demanda en verano dicha líneas de producción produce las 24 horas y necesitan una disponibilidad optima de toda su capacidad instalada y muchas veces no se llega a cumplir con la meta por consecuencias de falla en las máquinas de la línea de producción, la cual generan cuellos de botella, desperdicio de energía, mano de obra paralizado y materia prima que se malogra, todo esto genera pérdidas económicas a las empresas.

según afirma Gómez de Leon (1998), la razón fundamental de mantenimiento es realizar actividades necesarias en las máquinas para que estas cumplan con el trabajo para la cual fue creado con su capacidad nominal y el tiempo de vida establecido por el fabricante.

Ante estos sucesos se realizó un análisis causa efecto para poder determinar cuál es el motivo de las paradas inesperadas de las máquinas de producción llegando a la conclusión que las paradas eran consecuencia de falta de un mantenimiento adecuado a las máquinas a consecuencia de una gestión inadecuada, en este escenario se podría utilizar herramientas de lean manufacture usando (RCM) mantenimiento basado en confiabilidad, para mejorar la disponibilidad de las maquinas usado de acuerdo con la criticidad de cada máquina. En la línea donde se propone implementar en plan de mantenimiento basado en metodología RCM se ha

identificado paradas de producción de 4.9 horas e implementando la nueva metodología se espera reducir a 1.8 horas.

Sporade es el producto que se envasa en AJEPER específicamente en la línea 24 acondicionado para llenado en caliente y envases de PET en presentaciones de 500ml. Y 1lt. La empresa AJEPER hoy en día es líder a nivel nacional en ventas de esta bebida isotónica con su marca Sporade con una producción mensual de 10,000,000 de botellas en prestación de 500. ml. para abastecer el mercado limeño, es importante resaltar que gracias al márketing y sus precios llego a posicionarse en el mercado peruano y en los demás países donde tiene sus fábricas.

Según el informe de INEI. el sector manufactura se divide en subsectores muy atractivos la cual está comprendido en sector fabril primario y sector fabril no primario, este proyecto está enfocado al sector fabril no primario de bienes de consumo específicamente en elaboración de bebidas no alcohólicas y otras bebidas embotelladas, este rubro es muy atractivo para los inversionistas ya que los peruanos somos grandes consumidores de bebidas embotelladas según el reporte de INEI el consumo per cápita anual es de 100 litros, con tendencia seguir subiendo. En la figura #07 podemos apreciar un cuadro estadístico dividido por actividades la cual nos indica la variación porcentual respecto a otras actividades por lo tanto se puede deducir que en el sector elaboración de bebidas se puede seguir invirtiendo.

Tabla N° 01

Subsector Fabril no Primario 2019

Actividad	Ponderación	Variación porcentua 2019/2018	
		Febrero	Enero-Febr
Sector Fabril No Primario	75,05	1,46	2,4
Bienes de Consumo	37,35	0,20	1,5
3211 Fabricación de joyas y artículos conexos	0,44	53,65	70,2
1071 Elaboración de productos de panadería	2,54	11,31	10,5
1050 Elaboración de productos lácteos	1,86	10,32	16,4
3100 Fabricación de muebles	2,70	4,37	5,6
1430 Fabricación de artículos de punto y ganchillo	1,39	7,61	14,7
2023 Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador	2,88	2,48	0,6
1104 Elaboración de bebidas no alcohólicas; producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas	1,18	4,62	2,4
1520 Fabricación de calzado	1,23	-16,03	-22,9
1030 Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas	1,61	-20,16	-13,2
Bienes Intermedios	34,58	1,56	3,2
1610 Aserrado y acepilladura de madera	2,26	13,65	15,5
2511 Fabricación de productos metálicos para uso estructural	1,83	4,71	7,6
1391 Fabricación de tejidos de punto y ganchillo	0,36	17,86	-2,8
2930 Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores	0,49	13,63	5,8
2022 Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas	1,40	-6,82	3,9
2021 Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario	0,28	-52,95	-40,0
Bienes de Capital	1,82	27,34	1,8
2710 Fab. de motores, generadores y transformadores eléctricos y aparatos de distrib. y control de la energía eléc	0,40	59,88	-35,1
2910 Fabricación de vehículos automotores	0,15	160,00	346,6
2825 Fabricación de maquinaria para la elaboración de alimentos, bebidas y tabaco	0,07	7,77	29,3
3091 Fabricación de motocicletas	0,15	-30,36	-12,2

Fuente: Ministerio de la Producción-viceministerio de MYPE e Industria.

1.2. Justificación

La implementación de la metodología RCM en las máquinas de la línea 24 busca mejorar la fiabilidad de las máquinas y de esta manera aumentar la disponibilidad operativa de las mismas.

Con la metodología RCM propuesta en la gestión de mantenimiento buscamos que la empresa tengas máquinas más confiables para que puedan funcionar sin malograrse y producir sin problemas cumpliendo con los indicadores de productividad y de tal manera ser competitivos en su rubro.

1.3.Pregunta de investigación

¿En qué porcentaje aumentará la disponibilidad operativa de las máquinas de la línea 24 después de implementar la metodología RCM en la gestión de mantenimiento de la empresa AJEPER?

1.4.Objetivo

Calcular en cuanto aumentara la disponibilidad operativa de las máquinas de la línea 24 al implementar la metodología (RCM) en la gestión de mantenimiento y cuanto variara los indicadores OEE de la línea de producción de la empresa AJEPER.

1.5.Revisión Teórica

1.5.1. Disponibilidad

La disponibilidad es fundamental en un equipo y la prioridad para mantenimiento según afirma Mesa Grajales, Ortiz Sánchez, & Pinzón (2006), se podría definir a la disponibilidad a la capacidad de un equipo a estar disponible para su uso en cualquier momento y cumpla satisfactoriamente con sus funciones durante el tiempo para la cual fue creado.

Para que un equipo esté disponible para su uso en el momento que se lo requiera, es necesario evaluar la fiabilidad del equipo ya que no todos los equipos podrían ser fiables por más que el fabricante se los recomiende, es necesario evaluar las condiciones de uso, carga, temperatura, velocidad y otras características presentes en el proceso productivo.

Muchas veces el mantenimiento son vistos por los empresarios como un gasto innecesario para las empresas y no invierten en sus mantenimiento preventivos, estas decisiones muchas veces les podría costar aún más caro que sus propias decisiones, en un análisis detallado de la gestión de mantenimiento se evalúa la estructura del plan de mantenimiento y la confiabilidad, la cual sería la base para la reestructuración o eliminación de trabajos innecesarios, monitoreos frecuentes y una serie de lineamientos de acuerdo a las prioridades, una vez identificado y detallado las deficiencias de tendría que generar un programa que sea solido donde se pueda discernir los trabajos en base a confiabilidad y la importancia para eliminar cualquier tipo de fallas.

Se puede entender a la disponibilidad, a la probabilidad de que un equipo o funcione de una manera óptima en el momento que se lo requiera, dado las condiciones de trabajo sean normales y establecidos por el fabricante e incluidos los mantenimientos preventivos correspondientes. (Mora Gutierrez, 2009).

Con un correcto programa de mantenimiento ya sea rutinario o preventiva recambiando de algunos elementos de las maquinas o lubricando en el momento adecuado se puede obtener buenos resultados en la durabilidad de una maquina y también se puede obtener buenos resultados en la producción evitando paradas de línea que interrumpen el desempeño de la producción muchas veces generando pérdidas de todo el proceso productivo.

Si un equipo esta con en condiciones satisfactorios de disponibilidad se puede obtener buenos resultados en la producción obteniendo más rentabilidad, mejorando sus ingresos económicos ya que en esta era de la globalización y competitividad hay una lucha entre las empresas por ser el líder en su rubro de lo contrario podrían desaparecer.

1.5.2. Criterio de Disponibilidad

La disponibilidad esta estrictamente relacionado a la confiabilidad y la mantenibilidad dicho en otras palabras es la frecuencia de un equipo que fallara y en cuanto tiempo tomara restablecerlo a sus condiciones normales de funcionamiento (Mesa Grajales, Ortiz Sánchez, & Pinzón, 2006), el diseño y

la construcción de los equipos debe estar en un equilibrio entre la disponibilidad y el costo en base a la naturaleza del sistema los fabricantes consensuar entre la disponibilidad confiabilidad mantenibilidad de tal manera se disminuya el costo de ciclo de vida.

Se podría entender a la disponibilidad como el porcentaje del tiempo en que un equipo está disponible para su operación y pueda trabajar continuamente y problemas, el estudio de la disponibilidad abarca ciertos factores que influyen tales como TPEF (tiempo promedio entre fallas) y el TPPR (tiempo promedio para reparar) es posible para la gestión de mantenimiento evaluar ciertas estrategias de acción para aumentar las disponibilidades de los equipos.

Figura N°1 Formula de Disponibilidad

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TPEF}}{\text{TPEF} + \text{TPPR}}$$

Fuente: (Moubray j. , 1991)

TPEF= Tiempo promedio entre fallas

TPPR= Tiempo promedio para reparar

Figura N°2 Formula Tiempo Promedio Para Reparar

$$\text{TPPR} = \frac{\text{tiempo de averías}}{\text{numero de averías}}$$

Fuente: (Moubray j. , 1991)

1.5.3. Tipos de disponibilidad:

En la figura número 01 podemos apreciar tres tipos de disponibilidad la cual nos indica en una gráfica de que depende cada tipo de disponibilidad.

- **disponibilidad inherente (A_i).**

es el nivel de disponibilidad esperado debido a las características del mantenimiento correctivo definido por el diseño del equipo.

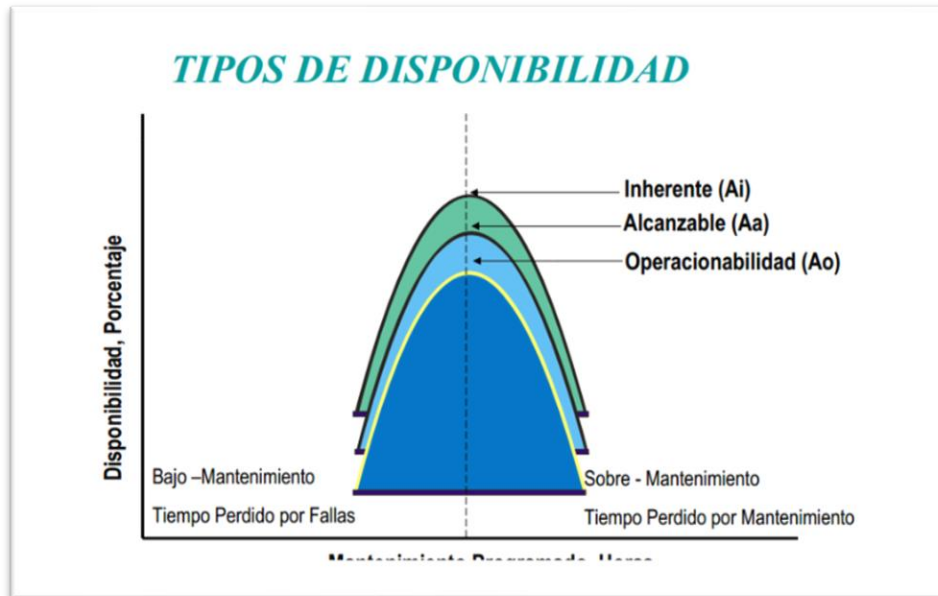
- **Disponibilidad alcanzable (A_o)**

Es el nivel de disponibilidad esperado en función al comportamiento de los mantenimientos preventivos y correctivos definido por el diseño del equipo.

- **Disponibilidad Operacional (A_o)**

Se refiere a valor real obtenida de la disponibilidad en la operación diaria del equipo esta actividad es inherente a los recursos de mantenimiento como también la eficiencia del equipo organizacional.

Figura N°03 Tipos de Disponibilidad



Fuente: mantenimientoenlaindustria.wordpress.com

1.5.4. Disponibilidad de equipos

Esta en función al tiempo de que un equipo o maquina esta apta para poder usarla satisfactoriamente bajo condiciones normales de funcionamiento, los mantenimientos bien planificados ya sean rutinario o preventivo conlleva a un mejor desempeño de las máquinas y se puede obtener mínima perdidas en el proceso productivo.

Formula de disponibilidad de equipos.

Figura N°4 Formula disponibilidad

$$D = \left(\frac{TT - TM}{TT} \right) X 100$$

Fuente: (Moubray J. , 1991)

D= Disponibilidad mecánica de equipos

TT= Es el tiempo que está disponible para ser usado el equipo y está en función a la programación de los trabajos establecidos

TM= es el tiempo que la maquina o equipo no está disponible por razones de mantenimiento ya sean programadas, no programadas o paradas por cualquier tipo de fallas.

1.5.5. Confiabilidad

La confiabilidad se puede definir como la confianza que ofrece un equipo o máquina para poder ser usada y pueda cumplir con las actividades para la cual fueron creadas bajo condiciones de operaciones nominales establecidos por el fabricante.

Según afirma Mora Gutierrez(2009), la confiabilidad es que tan fiable puede ser una maquina para no malograrse, se podría decir que una maquina es confiable cuando no ocurren fallas, cuando las fallas ocurren pocas veces se puede decir que una maquina es de confiabilidad aceptable, pero si en caso la maquina tiene fallas muy constantes se puede asegurar que es poco confiable, muchas veces la confiabilidad esta estrechamente ligado a la calidad de un producto, como tambien estan ligados a las condiciones de operatividad y a la mantenibilidad.

1.5.6. Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM)

Como afirma Steven Paul(2011), el RCM es un a herramienta o metodología de trabajo creada y desarrollada en los años 1960 y 1970 la finalidad de esta metodología era aumentar la confiabilidad de los equipos optimizando funciones y políticas de trabajo.

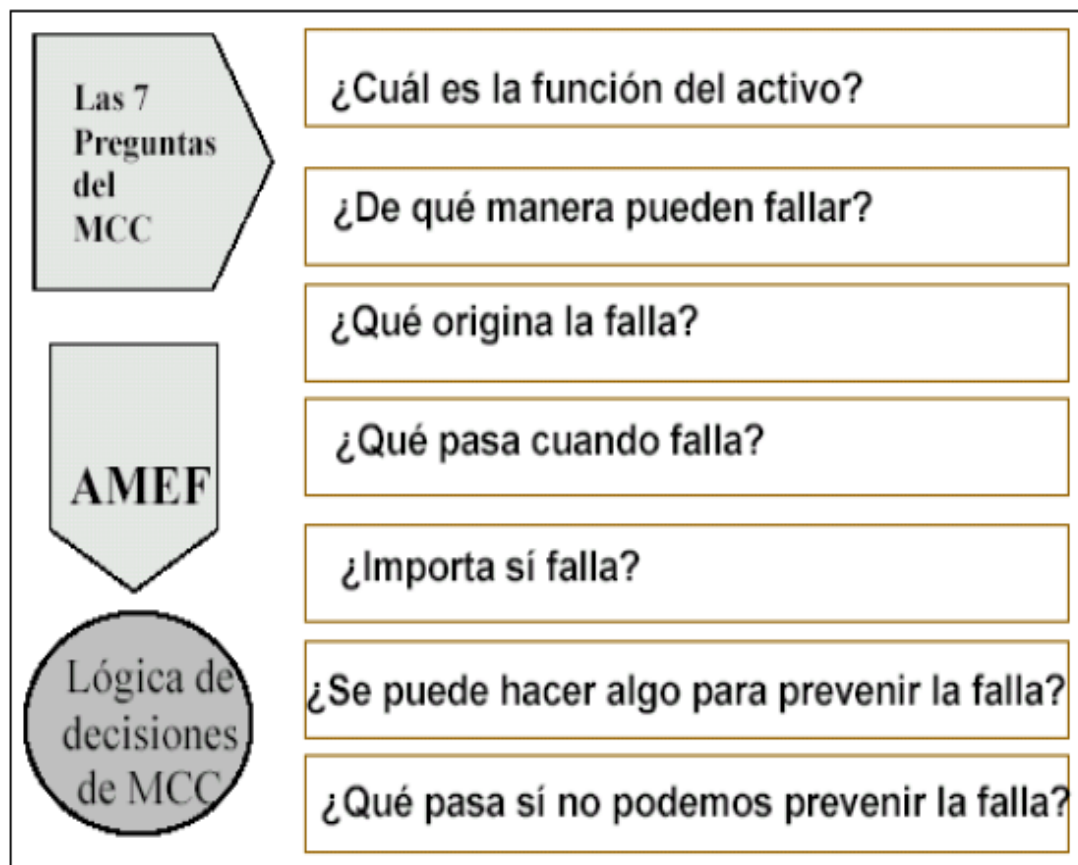
La metodología RCM es aplicado en sistemas donde se requiera un óptimo funcionamiento de un equipo para asegurar el buen desempeño y la productividad sea lo más satisfactorio, además en esta era donde hay muchas competencias y la optimización de recursos es indispensable por una buena competencia a precios bien competitivos no se puede estar limitado a simples probabilidades, por lo tanto es indispensable el uso de herramientas que ayuden a organizarnos, el departamento de ingeniería de la confiabilidad es el encargado directo de que se cumpla con esos estándares de actividades para las cuales fueron creadas de esa manera estar en una mejora continua.

El RCM se basa en el vínculo entre la organización y todos los elementos que lo componen, antes de entrar a detalles de los elementos es importante explorar minuciosamente todos los objetos que serán estudiados de la metodología RCM para ser implantados (Moubray, 1991).

También se puede asegurar al RCM como una técnica que da más confiabilidad a la gestión de mantenimiento de una industria que de otro modo le lleba ventaja a otras técnicas, el proceso comienza por dar aseguramiento al correcto funcionamiento de las máquinas de una línea de producción, de esta manera se debe programar los trabajos de mantenimiento de una manera ordenada o discriminada de acuerdo a criticidad o tiempo de vida de cada elemento, hoy en día en muchas industrias la producción se encarga de algunos mantenimientos de equipos ya sean rutinarios o trabajos de prevención, estos trabajos resultan más provechosos porque afianza mejor el lazo entre el operador de la máquina y la maquinaria, ya que el operario es el que más conoce sobre sus máquinas entonces será el indicado en brindar algún soporte y diagnosticar con más rapidez cualquier falla.

En el contexto operacional va depender mucho de que es lo que el usuario va requerir que haga el equipo y mantenimiento centrado en confiabilidad va a determinar que hacer para que el equipo cumpla con las actividades para la cual fue creado. basado en el estudio del RCM se formula 7 preguntas basicas.

Figura N° 5 La Metodología RCM



Fuente: Gestión de Mantenimiento III Edición Lima

Al analizar las preguntas podemos entender que la te primeras pueden ser respondidas por el sistema (AMEF) una técnica conocida como Análisis de Modos de Efectos de Fallas, la cual nos permite analizar los modos de falla de un equipo, para ello se puede definir cuatro determinantes.

- Disposición y reglas para poner en marcha un equipo
- El detalle de porque un equipo puede dejar de cumplir con sus actividades planificadas.
- El análisis del porque un equipo podría fallar
- La identificación del efecto de una falla

1.5.7. Equipos de Revisión de RCM

En el desarrollo cotidiano de cada día ni si quiera el personal de mantenimiento podría responder a todas las preguntas, e incluso los operadores de los equipos que prácticamente conviven durante 8 a 10 horas diarias con las maquinas tampoco podrían responder a todas las preguntas del comportamiento y efectos de fallos ni las consecuencias de estos.

Justamente por este motivo para hacer el análisis de los requisitos del mantenimiento de cualquier maquina se debería hacer organizando grupos de trabajos que deberían estar compuestos por al menos un personal de cada área, por ejemplo debería formarse grupo de gente con experiencia capacidad de trabajo en equipo ya sea gente mantenimiento, producción, supervisión y gerentes para que cada uno de los integrantes sea entrenado en la metodología RCM, acentuación mostramos en la figura N°6 como estaría formado el grupo integrador.

Figura N°6 Equipos de Revisión RCM

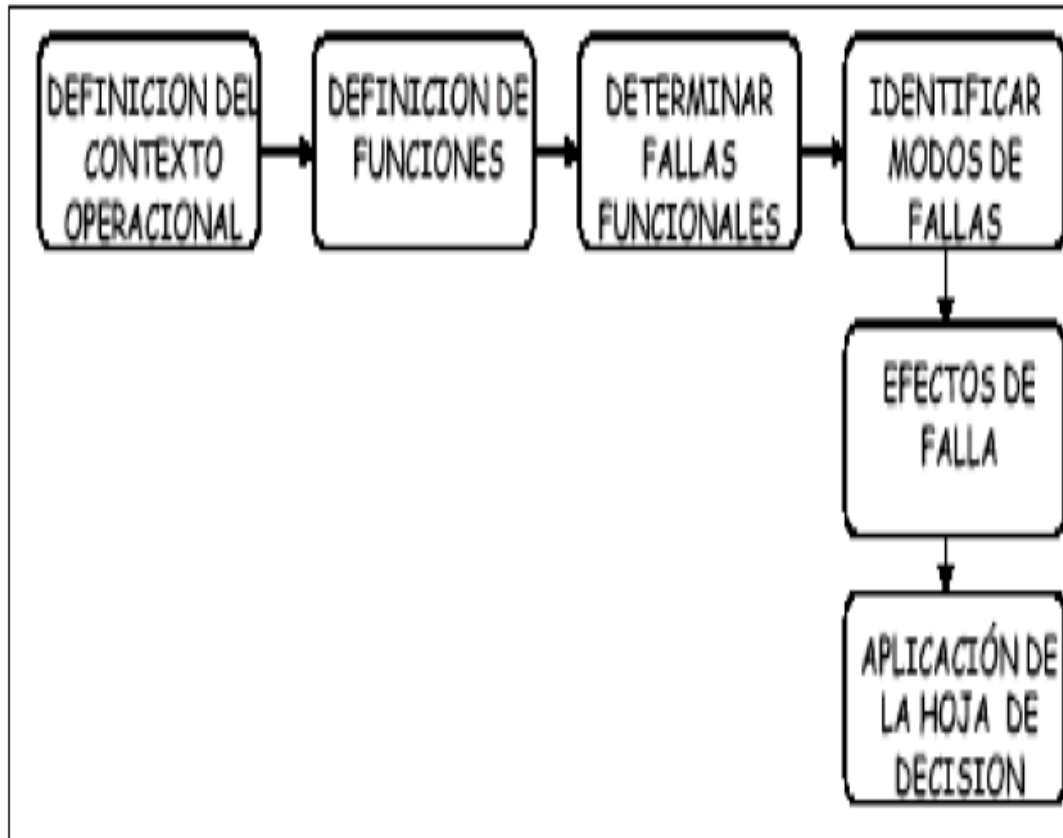


Fuente: (Moubray, 1991)

El principal objetivo de los integrantes del grupo es aplicar el proceso RCM apoyados de un facilitador apoyador del diagrama de decisiones, la cual se usará como medio para desarrollar sus conocimientos (Moubray, 1991, pág. 271)

La organización del grupo como tal conlleva a que todos tengan un conocimiento sistemático de las actividades y problemas del mantenimiento, de esa manera nadie del grupo estará ajeno a lo que pueda suceder durante el desarrollo de la gestión RCM, a continuación, mostramos un diagrama de bloque donde se puede indicar el detalle de la orden a seguir en el proceso del RCM.

Figura N°7 Diagrama de bloque para conducir al RCM



Fuente: Gestión de Mantenimiento III Edición Lima

1.5.8. Pasos para la aplicación del RCM

Para la implementación de sistema RCM es necesario entender bien el concepto de las 7 preguntas que se mostró al inicio del estudio, en base a estas preguntas que serán nuestros pilares para determinar nuestro plan estratégico.

1.5.9. Funcionamiento y Estándares

El funcionamiento de cada equipo viene ya establecido desde la fábrica, en otra palabra viene con especificaciones de operatividad ya establecidos, así como el peso, la velocidad y hasta el espacio geográfico, alterar estas condiciones podría afectar al desempeño del equipo y a la organización. En

este caso el RCM empezara definiendo y estandarizando los procesos de mantenimiento, los estándares mencionado involucran también a la producción, servicio al cliente, calidad, seguridad y hasta al medio ambiente

1.5.10. Fallas de funcionamiento

La falla es funcionamiento son aquellas acciones que no son deseados en un sistema, de esta manera es indispensable identificar todas las acciones deseadas de un activo para luego identificar las fallas de funcionamiento.

Se puede definir falla funcional a la incapacidad de cualquier equipo de que cumpla con su objetivo de funcionamiento, cada equipo puede tener sus propias fallas independientemente de las actividades que se realiza, es ese caso es imprescindible definir una falla como una función específica y no como una falla global.

1.5.11. Modos de Falla

S podría entender modo de falla como la probabilidad de que un equipo llegue a fallar, luego de tener plenamente identificado el modo de falla es indispensable identificar cual fue la raíz causa de la falla, es probable que las fallas han ocurrido en la misma maquina u otro contexto similar, esta fallas son prevenidas considerando las la probabilidad de que pueda a suceder anteponiéndose a las circunstancias, sin embargo se debe considera que las fallas no solo es causado por condiciones de operatividad de máquina , también podría ser causad o por factores humanos así como mala operatividad o error en el diseño o fabricación en tal manera se tiene que identificar cual podría ser la falla probable .

1.5.12. Efectos de Falla

En proceso del estudio del RCM se podría identificar una serie de efecto de falla que ocurre cuando pasa una falla estas características se deben de incluir como información para reforzar la evaluación de las consecuencias de fallas, así como:

¿Una vez ocurrido la falla dejara algún antecedente?

El operario deberá ser capaz de identificar cual es el motivo o factor que desencadeno en la falla evaluar sonido, temperatura, fugas, etc. O cualquier motivo que no sea normal en el desarrollo de la producción.

¿Qué podría amenazar al normal desempeño de la seguridad o medio ambiente?

Se debe evaluar el equipo e infraestructura y todo lo que rodea al operador en temas de seguridad, los accidentes también son muy perjudiciosos para la productividad desencadenan grandes pérdidas económicas y victimas irreparables de salud, también se debe tener en consideración el actor medio ambiental identificar los contaminantes existentes en el proceso.

¿Cuál sería las consecuencias en la operación o la producción?

Se debe hacer un cálculo de cuanto seria la pérdida económica cuando un equipo está fuera de servicio y las consecuencias de la producción por la interrupción del proceso.

¿Existe daño físico a consecuencia de una falla?

Se debe evaluar las consecuencias de daños ocurridos y asea por accidentes o incidentes

¿Que se debería hacer para solucionar el problema de las fallas?

Al solucionar el problema de las fallas se debe considerar la identificación de funciones, modos de falla, fallas funcionales que serían el fundamento para mejorar el rendimiento y disminuir las perdidas.

Los datos del fabricante, la habilidad y conocimiento de mantenimiento y la experiencia de operador, así como el modo de falla serian la base para nuestra implementación del RCM.

1.5.13. Consecuencias de las Fallas

Luego de haber identificado la función de cada falla, los modos de falla y los efectos de cada uno de ellos el siguiente paso en la implementación del RCM es hacerse la pregunta ¿qué tan importante es la falla? La razón fundamental desde este estudio es analizar si es que se requiere predecirla o prevenirla, a continuación, en la figura N°05 se muestra la clasificación de fallas en cuatro grupos.

Figura N°8 Grupo de Consecuencia de Falla



Fuente: (Moubray, 1991)

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2. criterios de inclusión

Se realiza una revisión sistemática de la literatura científica tomando como referencia la base de nuestra investigación metodología RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad). Jhon Moubray (2004). Para generar la búsqueda sistemática fue necesario asegurarse de y establecer la pregunta metodológica que fue la siguiente. ¿En qué porcentaje aumentará la disponibilidad de la línea Hot Fill después de implementar la metodología RCM en la empresa AJEPER planta Huachipa?

2.1. Recursos de información

El proceso de búsqueda comienza al seleccionar y organizar palabras clave tales como: “producción, disponibilidad, metodología RCM, costo de mantenimiento” estas palabras fueron indispensables para poder ubicar toda la data y generar la base de todo la cual se elaboró en una hoja de Excel para un mejor procesamiento.

2.3 Búsqueda

El tema de búsqueda de la literatura científica se organiza de acuerdo con la especialización y organización del tema estableciéndolo combinaciones de los operadores booleanos:

(producción OR costo de mantenimiento) AND metodología RCM AND disponibilidad para obtener información de la búsqueda se utilizó Google académico.

2.4 Descarte e inclusión.

tabla N°2 Descarte de Inclusión

	palabras claves	fuentes revisadas	Autor	Título	País	Año	Seccion	Resumen
1	Industria minera - Equipos y accesorios	Google academico	Solis Cortés, Ricardo Enrique;	Estrategias de aseguramiento de disponibilidad ad palas de cable de Mina Radomiro Tomic	Chile	2013		<p>El objetivo de la tesis es el de desarrollar estrategias de mantenimiento a aplicar en flota de palas de cable de 73 yardas cúbicas de Mina Radomiro Tomic, Codelco, para asegurar el cumplimiento de la Disponibilidad, principal KPI, siendo esta su propuesta de valor.</p> <p>Dentro de las actividades realizadas, se determina impactos más relevantes en las detenciones en los últimos 7 años, se revisa benchmarking de indicadores, tal como disponibilidad, tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparar, comparando la situación de palas de Radomiro Tomic con la industria. Se determina debilidades y fortalezas de alternativas de ejecución del servicio de las dos opciones viables, ya sea recursos propios o de terceros.</p> <p>Como elementos relevantes en el incumplimiento de las disponibilidades se tienen las prácticas de operación inadecuadas, altos tiempos de reparación programado de elementos estructurales, fallas en sistemas eléctricos y mecánicos.</p> <p>Se identifica 6 líneas de acción Estratégicas, las que son Contrato de Mantenimiento, Operación del Contrato, Operación de equipos, Componentes de respaldo, Planificación del Mantenimiento y Administración de Contrato.</p> <p>La Estrategia más relevante para alcanzar el objetivo, tiene que ver con la de Componentes de Respaldo, siendo necesario la compra de componentes, para disminuir el tiempo de</p>

(Continuación)

2	cementera, confiabilidad, herramientas del MCC, Mantenimiento	Google academico	Jessica Yajaira Uzcátegui-Gutiérrez1, Andrónico Varela-Cárdenas2, Juan Isidro Díaz-García3	Aplicación de herramientas de clase mundial para la gestión de mantenimiento en empresas cementeras basado en la metodología MCC	Colombia	2016	La categoría de clase mundial en mantenimiento se apoya en metodologías como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), la cual ayuda a determinar acciones concretas de mantenimiento, identificando fallas y procedimientos de corrección de las mismas. Objetivos: En este trabajo se planteó el diseño de un marco referencial para la aplicación de herramientas para la gestión mantenimiento de empresas cementeras, aplicando la metodología del MCC. Metodología: Se desarrolló una investigación de tipo descriptiva y de campo, en la cual se consideró como unidad de análisis la Fábrica Nacional de Cemento, Planta Táchira en Venezuela. A tal efecto, la técnica de recolección de datos constató indicios escritos y el instrumento seleccionado fue una matriz de categorías. Resultado: Se diagnosticó que la gestión de mantenimiento en la empresa no considera los principios básicos de la confiabilidad de los activos. Conclusiones: Se identificaron las etapas de aplicación de las herramientas de confiabilidad: análisis de criticidad,
---	---	------------------	--	--	----------	------	--

(continuación)

3	Mantenimiento, Mantenimiento preventivo sistemático, Implantación GMAO, Gestión del Mantenimiento, PYME, Maintenance, RCM, Systematic preventive maintenance, implementation of a CMMS, Maintenance Management, SMEs	Google academico	Unzueta-Aranguren, Gorka; Goti-Elordi, Aitor; Garitano-Aranda, Josune; Sánchez-Ganchequi, Iker	Aplicación de un sistema de gestión del mantenimiento basado en un RCM adaptado	Colombia	2015	Antecedentes: La categoría de clase mundial en mantenimiento se apoya en metodologías como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), la cual ayuda a determinar acciones concretas de mantenimiento, identificando fallas y procedimientos de corrección de las mismas. Objetivos: En este trabajo se planteó el diseño de un marco referencial para la aplicación de herramientas para la gestión mantenimiento de empresas cementeras, aplicando la metodología del MCC. Metodología: Se desarrolló una investigación de tipo descriptiva y de campo, en la cual se consideró como unidad de análisis la Fábrica Nacional de Cemento, Planta Táchira en Venezuela. A tal efecto, la técnica de recolección de datos constató indicios escritos y el instrumento seleccionado fue una matriz de categorías. Resultado: Se diagnosticó que la gestión
---	--	------------------	--	---	----------	------	---

(continuación)

4	Mantenimiento, gestión de activos, confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad	Google academico	FORNÉS-RIVERA, René**, OCHOA-ESPINOZA, Luis, CANO-CARRASCO, Adolfo y GONZÁLEZ-VALENZUELA, Elizabeth.	Gestión de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en el área de laboratorios de una Institución de Educación Superior	Mexico	2016	El mantenimiento que espera a que se produzca la falla para intervenir se traduce en pérdidas de producción, costos elevados y disminución en ciclo de vida del activo. En la Jefatura del Departamento de Laboratorios y Recursos Audiovisuales de la institución de educación superior, se requiere que se identifiquen los equipos con oportunidad de mejora en aspectos de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. El objetivo fue: propuesta de implantación de mantenimiento a través de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para gestionar la disponibilidad de los equipos; la cual consta de siete pasos: 1) definir el sistema y determinar la criticidad de equipos, 2) identificar y definir sus funciones; 3) determinar fallas; 4) establecer los modos de falla; 5)
---	--	------------------	--	--	--------	------	---

(continuación)

5		Google academico	Jessica Yajaira Uzcátegui Gutiérrez, Andrónico Varela Cárdenas, Juan Isidro Díaz García	Aplicación de herramientas de clase mundial para la gestión de mantenimiento en empresas cementeras basado en la metodología MCC		2019	Antecedentes: La categoría de clase mundial en mantenimiento se apoya en metodologías como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), la cual ayuda a determinar acciones concretas de mantenimiento, identificando fallas y procedimientos de corrección de las mismas. Objetivos: En este trabajo se planteó el diseño de un marco referencial para la aplicación de herramientas para la gestión mantenimiento de empresas cementeras, aplicando la metodología del MCC. Metodología: Se desarrolló una investigación de tipo descriptiva y de campo, en la cual se consideró como unidad de análisis la Fábrica Nacional de Cemento, Planta Táchira en Venezuela. A tal efecto, la técnica de recolección de datos constató indicios escritos y el instrumento seleccionado fue una matriz de categorías. Resultado: Se diagnosticó que la gestión de mantenimiento en la empresa no considera los principios básicos de la confiabilidad de los activos. Conclusiones: Se identificaron las etapas de aplicación de las herramientas de confiabilidad: análisis de criticidad,
---	--	------------------	---	--	--	------	--

(continuación)

6	Mantenimiento, Mantenimiento preventivo sistemático, Implantación GMAO, Gestión del Mantenimiento, PYME, Maintenance, RCM, Systematic preventive maintenance, implementation of a CMMS, Maintenance Management, SMEs	Google academico	Unzueta-Aranguren, Gorka; Goti-Elordi, Aitor; Garitano-Aranda, Josune; Sánchez-Ganchegui, Iker	Aplicación de un sistema de gestión del mantenimiento basado en un RCM adaptado		2019		This paper presents the results of the application of an adapted version of the RCM (Reliability Centered Maintenance) methodology. Through its implementation, three companies of distinct industrial sectors have been capable of establishing customized preventive maintenance program, having done contributions to the autonomous maintenance. Thus, the workload of the maintenance staff has been reduced without altering equipment unavailability. The work has been also useful to establish the bases for the implementation or the improvement of a computerized maintenance management system.
---	--	------------------	--	---	--	------	--	--

Fuente: Elaboración Propia

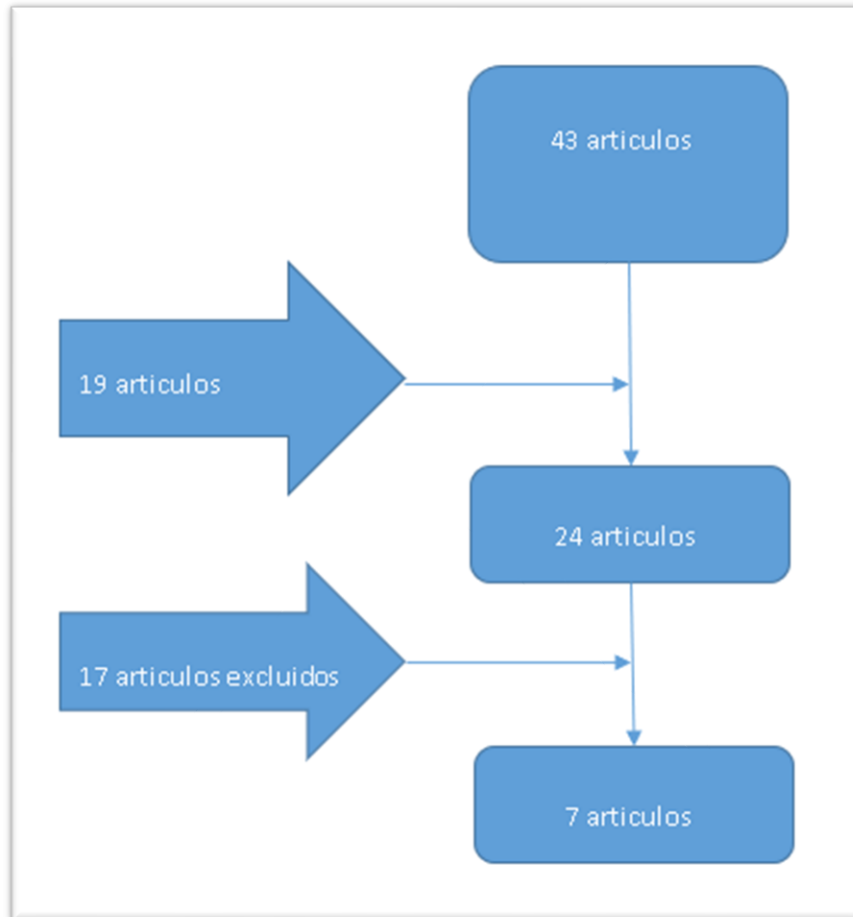
CAPÍTULO III. RESULTADOS

3. Resultado

Luego de hacer una revisión sistemática exhaustiva de la literatura en diferentes páginas de internet, de nuestra idea de proyecto de tesis se llegó a obtener información importante que se describirá de esta manera.

Se encontraron 43 artículos la cuales fueron encontradas en bibliotecas virtuales como Google Académico y Scielo mediante estrategias de filtros utilizando palabras claves títulos, estos artículos fueron descargados a una base de datos Excel y en el proceso de evaluación de la literatura en primera instancia fueron excluidos 19 artículos que no guardaban relación con lo que se estaba buscando, quedándose en nuestra base de datos solo 24 artículos, las cuales pasaron a una segunda depuración que dio como resultado 17 artículos excluidos por no cumplir con los requisitos de criterio de selección, luego del análisis de la revisión sistemática nos quedamos con 7 artículos científicos que nos servirán para nuestro estudio.

Figura N°9 selección de los artículos que no cumplían con el requisito



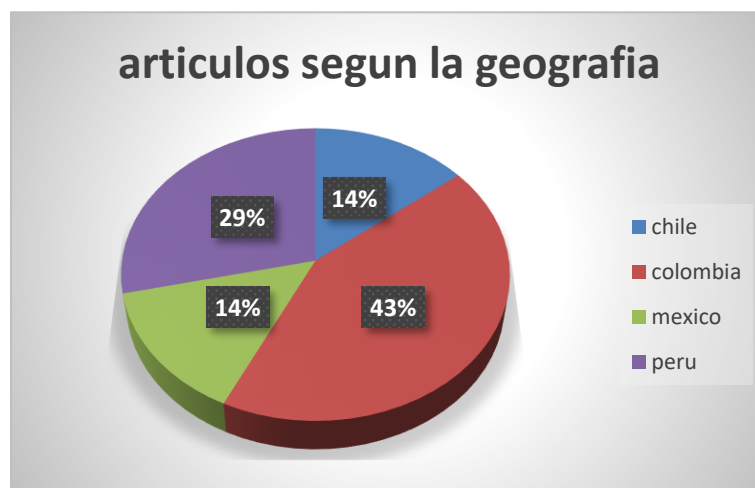
Fuente: Elaboración propia

3.1. Características de la muestra

Se realizó una investigación de artículos de acuerdo con la geográfica y se evalúa las muestras, los estudios realizados son de diversos países de Latinoamérica que en su mayoría son países industrializados y con un crecimiento económico muy acelerado, en los estudios realizados Colombia resalta con 3 artículos que representa el 43% del total de artículos científicos seleccionados. Colombia es el país que hace más estudios de metodologías de mantenimiento, en las industrias manufactureras está en segundo lugar Perú en donde se

encontraron 2 artículos científicos que representan el 29% de los mencionados artículos que están relacionados con el mantenimiento industrial de maquinaria utilizando metodologías, en tercer lugar está Chile y México con un artículo cada uno y que representa el 14% cada uno del total si bien es cierto estos países actualmente están bien económicamente con un buen crecimiento pues no se encontró muchos artículos relacionados en esos países.

Figura N°10 Artículos Según la Geografía

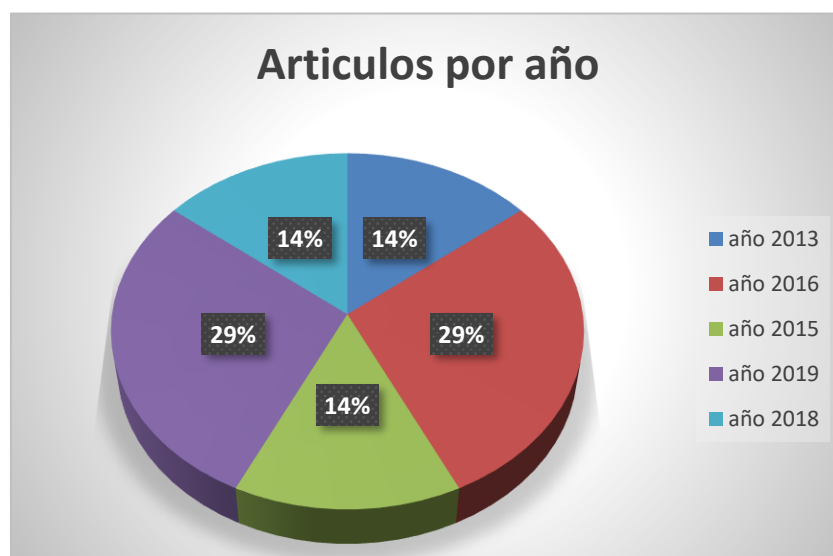


Fuente: Elaboración Propia

Los artículos estudiados son desde el año 2013 en adelante ya que la tecnología avanza de una manera vertiginosa y en este nuevo mundo globalizado no tenemos que ser ajenos a esos cambios por esas circunstancias preferimos trabajar con artículos y estudios que sean de preferencia de los últimos años, en ese contexto se escogieron 2 artículos científicos del año 2019 y que representan el 29% del total, en tanto la misma cantidad de artículos fueron en el 2016 con 29% del total de la muestra, esto quiere decir que en estos años se hicieron más

estudios científicos relacionados al tema de investigación en comparación a los demás años , según el análisis el año 2013, 2015,2018 representan el 14% de los artículos científicos tal como se muestra en la figura N°11.

Figura N°11 artículos por año

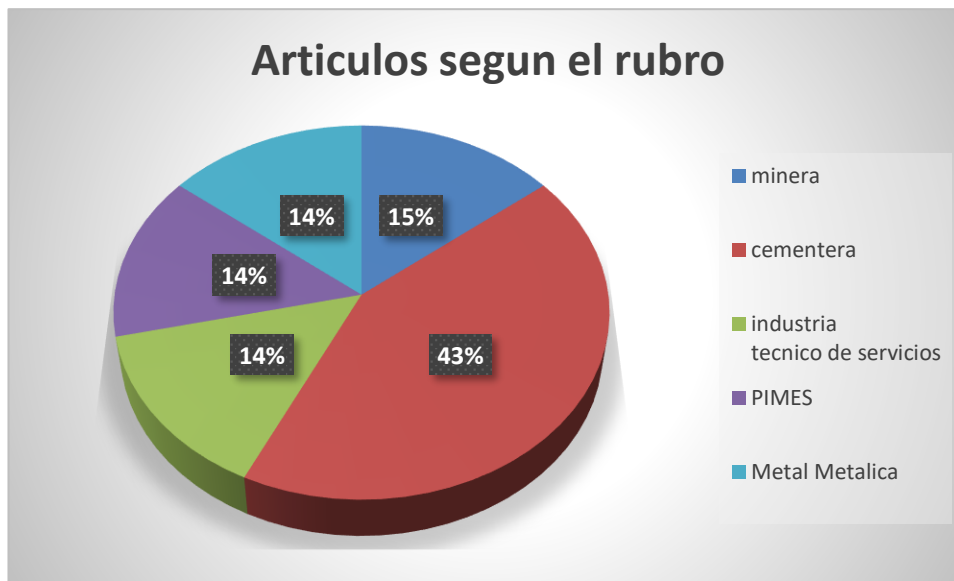


Fuente: Elaboración propia

Nuestro país tiene un crecimiento económico acelerado y el desarrollo de las industrias ha sido uno de los factores importantes, se determinó que el rubro cementera tiene más artículos científicos que representan el 43% del total de artículos entonces se puede definir que en países en pleno desarrollo de Latinoamérica la industria de la construcción está en pleno apogeo por lo tanto se puede encontrar más artículos relacionados al rubro cementera, los demás rubros como minera, metal mecánica, pymes e industria de servicios cuentan con el 14% del total de artículos estudiados en ese sentido falta hacer más investigaciones en relación a estos rubros ,

en la figura xx se puede apreciar un cuadro estadístico porcentual de los artículos según el rubro.

Figura N°12 Artículos según el rubro

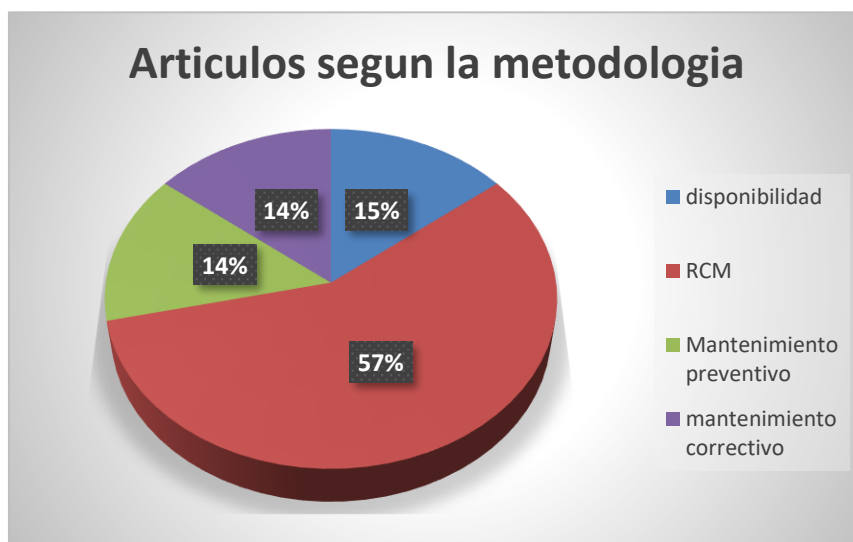


Fuente: Elaboración Propia

El mantenimiento ha ido evolucionando a través de muchos años luego del segunda guerra mundial en adelante surgió muchas metodologías en el campo industrial y el mantenimiento industrial no fue ajeno de esos cambios ya que la necesidad así lo exigía, RCM es una metodología basada en confiabilidad, aplicada satisfactoriamente en el campo de la aeronáutica dando buenos resultados de ahí su aplicación en diferentes campos de la industria, en esta revisión se estudiaron 4 artículos científicos relacionados a RCM los cuales representan el 57% del total, por otra parte se realizó el estudio de un artículo relacionado a mantenimiento preventivo. “El mantenimiento preventivo se basa en el cambio de los elementos que

conforman una maquina ya que estos elementos cuentan con una vida estimada, además atreves de los años se a demostrado que muchas fallas podrían ser prevenidas o reducidas al realizar el mantenimiento preventivo” (Moubray, 1991, pág. 324). El 15% de los artículos estudiados son de mantenimiento preventivo, mientas que artículos relacionado a disponibilidad y mantenimiento correctivo equivalen a 14% del total. en la figura xxx se muestra estadísticamente el porcentaje equivalente a cada tipo de mantenimiento.

Figura N°12 Articulo según la metodología



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

En esta investigación se estudian a 7 artículos dedicados a la gestión de mantenimiento y la mayoría son de América latina incluido 2 de Perú desde 2013 hasta el 2019 se escogieron artículos de esos años por considerar que son los más relevantes y actualizados.

La finalidad principal de esta investigación es de investigar temas relacionaos a la gestión de mantenimiento, aplicación de RCM en mantenimiento, La revisión sistemática de la literatura fue estudiada de acuerdo las condiciones establecidas del proyecto tales fueron metodología RCM, disponibilidad de máquina y gestión de mantenimiento.

De 43 artículos encontrados y puestos en nuestra base de datos fueron descartados 36 que no cumplían con los filtros propuestos, nos quedaron 7 artículos con las cuales se tendría que examinarlos con más detalle, las cuales, si presentaban información relevante sobre metodología RCM y disponibilidad de máquina, pero también se observó que algunos artículos no cumplían con estándares (APA)por no presentar uniformidad en la información.

La mayoría de los artículos seleccionados cumplían con los estándares (APA) las cuales dan mucha información sobre mantenimiento, en diversos sectores como industrias grandes, medianas y pequeñas en la que se encuentra información confiable.

En esta revisión sistemática de la literatura seleccionada se resalta con gran importancia la metodología RCM y disponibilidad de máquina, así como la importancia del mantenimiento en una empresa de producción ya que hoy en día la competitividad de las empresas por liderar entre sus competidores depende de su capacidad y disponibilidad de maquinaria.

Conclusiones

Esta revisión sistemática de la literatura se hizo de temas relacionados a la metodología RCM y gestión de mantenimiento a consecuencia de problemáticas en el proceso productivo de llenado y envasado de bebidas no alcohólicas en la empresa AJEPER, se realizó un análisis para determinar la problemática en si y se enfocó en la línea 24 de la empresa AJEPER, se analizó la disponibilidad operativa de las maquinas y se encontró falencias por lo tanto era necesario tomar acciones.

La revisión sistemática de la literatura comienza investigando problemáticas similares en libros, revistas, tesis de mayor grado y todos los artículos que contengan las palabras claves que se escogió para nuestra investigación, de los 43 artículos descargados se hizo una discriminación de los artículos que no guardaban relación con lo que se estaba investigando, al final de la selección solo nos quedamos con 7 artículos los cuales pasaron por un análisis exhaustivo para compararlos e llegar a determinar el motivo de discrepancia en algunos artículos.

La metodología RCM a dado buenos resultados en casi todos los organismos implementados Así lo demuestran los artículos según afirma Moubray J. (1991), en la tercera era de la industrialización es importante trabajar con mantenimiento preventivos y predictivos para anteceder a las posibles fallas. También es importante las capacitaciones continuas y utilizar herramientas de gestión para administrar el mantenimiento.

REFERENCIAS

- Mesa Grajales, D., Ortiz Sánchez, Y., & Pinzón, M. (2006). *La Confiabilidad, la Disponibilidad, Disciplinas Modernas Aplicadas al Mantenimiento*. Pereira: Scientia.
- Mora Gutierrez, A. (2009). *Review of the chemistry of α S2-casein and the generation of a homologous molecular model to explain its properties*. Colombia: Archive in partnership with American Dairy Science Associatio.
- Moubray, j. (1991). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Gran Bretaña : Biddles ltd.
- Moubray, J. (1991). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*. Gran Bretaña: Biddles ltd.
- StevenPaul, J. (2011). *Crisis y Cambios en la sociedad contemporanea: comunicacion y problemas sociales*. Califor.nia