

UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO		
Nº DE RADICACIÓN: _____		
INFORMACIÓN EJECUTORES		
Ejecutor 1		
Nombre (s):	DIEGO ALEXANDER	
Apellido (s):	LOPEZ MARTINEZ	
Código:	20111275019	
E-mail:	alexnaderlop@yahoo.es	
Teléfono fijo:	9013747	
Celular:	3132722668	
Ejecutor 2		
Nombre (s):		
Apellido (s):		
Código:		
E-mail:		
Teléfono fijo:		
Celular:		
INFORMACIÓN DEL PROYECTO		
Título del Proyecto:	Aplicación de la táctica de mantenimiento basada en confiabilidad (RCM) en la línea de producción de agua en bolsa 350ml	
Duración (estimada):		
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prestación y Servicios Tecnológicos	<input type="checkbox"/>
	Otro	<input type="checkbox"/>
Modalidad del Trabajo de Grado:	Proyecto Científico y Comunitario	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Optimización de Procesos Industriales	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Materiales y Procesos	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Mantenimiento Avanzado, Elementos de Máquinas y Materiales en Ingeniería	
INFORMACIÓN PASANTÍA		
Nombre de la empresa:		
Dirección:		
Teléfonos:		
Correo electrónico:		
Página Web:		
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA		
Director: (Vo. Bo.)	Luini Leonardo Hurtado Cortes	
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)		
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	Luini Leonardo Hurtado Cortes	

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es parte crucial del desarrollo de las máquinas con el fin de producir bienes y servicios. La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad y el buen estado de las máquinas a través del tiempo. En el nivel básico de la gestión del mantenimiento se realizan acciones de índole correctiva debido a que se presentan fallas imprevistas. Por lo cual surge la necesidad de adoptar acciones de prevención o predicción de fallas.

El enfoque reciente de mantenimiento está orientado a la generación de técnicas y metodologías que garanticen la aplicación secuencial, lógica y organizada de acciones de mantenimiento. De ahí que la industria se interese por la metodología llamada RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad) con el objetivo primordial de garantizar un proceso eficaz, con excelente calidad, seguridad, bajo costo y bajo impacto ambiental.

En la Industria Nacional de Gaseosas S.A se producen diversidad de bebidas entre las cuales se maneja el agua en bolsa de 350 ml marca BRISA. Este proceso es delicado debido a la calidad que exige, la inocuidad y la gestión de mantenimiento que se le debe dar a los equipos. Se hace necesario desarrollar una metodología de mantenimiento RCM para brindar al proceso mayor disponibilidad de las máquinas, anticipar y planificar con precisión las necesidades de mantenimiento y adicionalmente generar reducción de costos.

El proceso en su parte inicial consta de tres llenadoras doble cabezal fabricadas por la firma SOLPAK S.A. Se maneja agua tratada que llega de una planta de tratamiento y purificación. Para la generación de la bolsa se trabaja con lámina de polietileno pre impresa. La duración diaria de trabajo de la maquina es de 16 horas, por lo tanto es indispensable implementar una táctica de mantenimiento seria como lo es el RCM.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el proceso de producción de agua en bolsa 350ml de la industria nacional de gaseosas S.A se maneja una gestión de mantenimiento con acciones preventivas básicas.

Para garantizar la calidad del producto, generar un bajo impacto ambiental y reducir costos en insumos y materia prima se hace necesario realizar un estudio de mantenimiento avanzado aplicando la táctica RCM (mantenimiento centrado en confiabilidad). Adicionalmente se busca garantizar el mejor rendimiento de las maquinas, aumentar el conocimiento sobre los equipos y mejorar la seguridad en la operación, todo esto con ayuda del análisis de los modos, efectos, causas y criticidades de las fallas.

Por otro lado sabemos que el agua es un recurso natural que se debe cuidar, por lo tanto se busca crear un proceso de llenado y empaque más óptimo para reducir al máximo el desperdicio de tan preciado recurso.

Toda empresa busca controlar cinco pilares fundamentales: seguridad, calidad, volumen, costo, impacto ambiental. La seguridad, por lo general, es lo más importante en un proceso. Las maquinas dependen de las condiciones de operación y la gestión de su mantenimiento para generar seguridad y confiabilidad.

El proceso de automatización de la línea de agua bolsa arrancho hace 2 años con la adecuación de una serie de máquinas ya que el empaque de la bolsa era manual, desde ese momento se contó con los manuales básicos dispuestos por la empresa contratista encargada del proceso denominada SOLPAK S.A. Desde ese momento se ha venido adoptando un proceso de generación de actividades preventivas más no se ha generado un estudio de mantenimiento basado en confiabilidad.

La frontera que se ha definido para el estudio de esta parte del proceso consta de 3 máquinas básicamente, la primera es la llenadora de agua en bolsa cuya marca es SOLPAK, la segunda y en secuencia es la enfardadora marca TECNOTOK la cual se encarga de empacar las bolsas en paquetes de 20 unidades y la tercera es la empacadora de fardos marca SOLPAK la cual ubica 3 paquetes o fardos en una caja plástica. Finalmente estas cajas terminadas llegan junto con otro proceso adjunto denominado agua en bolsa 5 litros al paletizador y depaletizador el cual entrega en estibas a bodega para su distribución.

1.1 ESTADO DEL ARTE

A causa de la gran cantidad de cambios, los administradores de todo el mundo están buscando un nuevo enfoque para el mantenimiento. Se quiere evitar las salidas en falso y callejones sin salida que siempre van acompañadas de grandes trastornos. En su lugar, se busca un marco estratégico que sintetiza los nuevos desarrollos en un patrón coherente, de modo que puedan evaluar con sensatez y aplicar los que probablemente serán de mayor valor para ellos y sus empresas. Aparece entonces el RCM.

El mantenimiento centrado en Confiabilidad (MCC), o Reliability-Centered Maintenance (RCM), ha sido desarrollado para la industria de la aviación civil hace más de 30 años. El proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico.

El RCM se puede definir como un proceso usado para determinar lo que debe hacerse para asegurar que cualquier recurso físico continúe realizando lo que sus usuarios desean que realice en su producción normal actual. Partiendo de esta premisa se genera la necesidad de implementar en las empresas esta metodología.

El RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo: desde grandes empresas petroquímicas hasta las principales fuerzas armadas del mundo, lo utilizan para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos; se incluyen actividades como la gran minería, generación eléctrica, petróleo y derivados, metal-mecánica, etc. La norma SAE JA1011 especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM.

A través de la historia las organizaciones han venido evolucionando en la gestión de mantenimiento. En la década de los ochenta, la técnica RCM comenzó a penetrar en la industria en general. John Moubray y sus asociados fueron pioneros en elaborar una rigurosa metodología de aplicación de esta técnica en la industria, comenzaron a trabajar en los sectores de la minería y manufacturas.

En 1980, la ATA produjo el MSG – 3, Documento Para la Planeación de Programas de Mantenimiento para Fabricantes / Aerolíneas. El MSG – 3 fue influenciado por el libro de Nowlan y Heap (1978). El MSG – 3 ha sido revisado dos veces, la primera vez en 1988 y de nuevo en 1993, y es el documento que hasta el presente lidera el desarrollo de programas iniciales de mantenimiento planeado para la nueva aviación comercial.

Tal como se mencionó anteriormente en 1978 la aviación comercial en Estados Unidos publicó un estudio de patrones de falla en los componentes de aviones cambiando todas las costumbres que hasta el momento se tenía sobre el mantenimiento.

Esta metodología se ha venido aplicando en todas las áreas de la industria. Algunas de las normas que gobiernan el RCM son:

- Norma Británica Terotecnología(TPM-RCM) BS 3811
- Normas propias OREDA
- Norma SAE JA 1011-1012 RCM (USA)
- Handbook Military Standard 2173-January 1986
- Manual de Stanley Nowlan y Howard Heap RCM (1978)
- Manual de John Moubray- ALADON

-
- Moubray John, RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Aladon LCC, 2004.
 - SAE JA 1012, A Guide to the Reliability Centered Maintenance (RCM) standard, Society of Automotive Engineers, 2002.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar la metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) para mejorar el programa de mantenimiento en las máquinas de la línea de producción de agua en bolsa de 350 ml.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los componentes de los equipos, su estado y su función.
- Identificar componentes críticos.
- Analizar fallas funcionales y realizar análisis de modos y efectos de fallas.
- Aplicar técnicas de mantenimiento preventivo y predictivo.
- Seleccionar estrategias y procedimientos de mantenimiento.

3. MARCO TEÓRICO

El RCM es una técnica de organización de las actividades y de la gestión del mantenimiento para desarrollar programas organizados que se basan en la confiabilidad de los equipos en función de su diseño y construcción.

Los objetivos del RCM son los siguientes:

- Eliminar las averías de las máquinas.
- Suministrar fuentes de información de la capacidad de producción de la planta a través del estado de sus máquinas y equipos.
- Minimizar los costos de mano de obra de reparaciones, con base en el compromiso por parte de los responsables del mantenimiento, en la eliminación de fallas de máquinas.
- Anticipar y planificar con precisión las necesidades de mantenimiento.
- Establecer horarios de trabajo más razonables para el personal de mantenimiento.
- Permitir a los departamentos de producción y mantenimiento una acción conjunta y organizada, a la hora de programar y mantener la capacidad de producción de la planta.

Las limitaciones del RCM radican más que todo en el factor humano con que cuenta la organización, ya que de este depende el éxito de la metodología.

El RCM es una táctica procedimental que basa su esquema en el permanente cuestionamiento de las actividades de mantenimiento, y que sigue un proceso lógico, coherente y normativo; las preguntas a que da lugar son:

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
2. ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
4. ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva?

Existen varios procedimientos de orden universal que plantean las normas y reglas que rigen la implementación del RCM. En si son procedimientos parecidos, algunos con mayor validez o no, pero en el fondo apuntan a unos propósitos generales comunes.

La metodología de análisis de fallas se constituye por sí misma en uno de los instrumentos avanzados de mantenimiento más útiles.

FMECA (Análisis de los modos y efectos de las fallas) presenta dos opciones: cuando se desconoce la causa de la falla, y cuando se sabe de todas(o la mayoría) las fallas reales y potenciales con sus respectivas causas. Este procedimiento usa tres parámetros: severidad, ocurrencia y probabilidad de detección. Las fallas se clasifican internacionalmente en críticas, degradantes, incipientes y desconocidas.

El propósito de la técnica de análisis de los efectos, los modos y las causas de las fallas es conocer completamente el equipo, mediante la identificación de los sistemas y de los componentes que lo conforman, el diseño, los procesos, los elementos y los materiales de fabricación, los ensambles y los subensambles parciales. **(1)**

Cuando se establece el funcionamiento deseado de cada elemento, el RCM pone un gran énfasis en la necesidad de cuantificar los estándares de funcionamiento siempre que sea posible. Estos estándares se extienden a la producción, calidad del producto, servicio al cliente, problemas del medio ambiente, costo operacional y seguridad.

- Fallas Funcionales

Una vez que las funciones y los estándares de funcionamiento de cada equipo se hayan definido, el paso siguiente es identificar cómo puede fallar cada elemento en la realización de sus funciones. Esto lleva al concepto de una falla funcional, que se define como la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado.

- Modos de Falla (Causas de Falla)

El paso siguiente es tratar de identificar los modos de falla que tienen más posibilidad de causar la pérdida de una función. Esto permite comprender exactamente qué es lo que puede que se esté tratando de prevenir. Cuando se está realizando este paso, es importante identificar cuál es la causa origen de cada falla. Esto asegura que no se malgaste el tiempo y el esfuerzo tratando los síntomas en lugar de las causas. Al mismo tiempo, cada modo de falla debe ser considerado en el nivel más apropiado, para asegurar que no se malgasta demasiado tiempo en el análisis de falla en sí mismo.

- Efectos de las Fallas

Cuando se identifica cada modo de falla, los efectos de las fallas también deben registrarse (en otras palabras, lo que pasaría si ocurriera). Este paso permite decidir la importancia de cada falla, y por lo tanto qué nivel de mantenimiento (si lo hubiera)

sería necesario. El proceso de contestar sólo a las cuatro primeras preguntas produce oportunidades sorprendentes y a menudo muy importantes de mejorar el funcionamiento y la seguridad, y también de eliminar errores. También mejora enormemente los niveles generales de comprensión acerca del funcionamiento de los equipos. **(2)**

-
1. Mora Gutiérrez Luis A, Mantenimiento , Planeación, ejecución y control, Alfaomega S.A., 2009
 2. Pérez J Carlos Mario, Gerencia de Mantenimiento-Sistemas de información, Soporte y Cía. Ltda., Colombia.

4. METODOLOGÍA

El procedimiento que se va a utilizar es el siguiente, el cual abarca los pasos para implementación recomendados:

- ✓ Selección y definición de las áreas y equipos, restricción donde se implementara el RCM.
- ✓ Explicación de funcionamiento del proceso y operación de cada equipo luego de la recolección de información.
- ✓ Definición de criticidad y selección de los sistemas críticos, estableciendo sus funciones primarias, secundarias y auxiliares.
- ✓ Análisis de las fallas funcionales reales o potenciales para cada una de las funciones.
- ✓ Realización del análisis de los modos y de los efectos de las fallas, para determinar los modos de fallo a que se tiene lugar en cada falla funcional para cada función.
- ✓ Selección de las estrategias y procedimientos de mantenimiento mediante árbol lógico de decisión.
- ✓ Generación de plan de mantenimiento para los equipos.

5. CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Selección y definición de las áreas y equipos	■															
Explicación de funcionamiento del proceso y operación de cada equipo.		■	■													
Selección de los sistemas críticos, estableciendo sus funciones primarias, secundarias y auxiliares.				■	■	■										
Análisis de las fallas funcionales							■	■	■							
Realización del FMEA										■	■	■				
Selección de las estrategias de mantenimiento													■	■		
Generación de plan de mantenimiento para los equipos.															■	■

6. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO GLOBAL DE LA PROPUESTA				
ASPECTOS		VALOR UNITARIO	CANT.	TOTAL
PERSONAL	ESTUDIANTE	\$900.000	4	\$3.600.000
	TUTOR	\$1.800.000	4	\$7.200.000
EQUIPOS DE COMPUTO		\$200.000	1	\$200.000
PAPELERIA		\$300.000	1	\$300.000
BIBLIOGRAFIA		\$200.000	1	\$200.000
TOTAL PROYECTO				\$11.500.000

Los costos son asumidos por el realizador del proyecto.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Mora Gutiérrez Luis A, Mantenimiento, Planeación, ejecución y control, Alfaomega S.A., 2009.
- Moubray John, RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Aladon LCC, 2004.
- SAE JA 1012, A Guide to the Reliability Centered Maintenance (RCM) standard, Society of Automotive Engineers, 2002.
- Pérez J Carlos Mario, Gerencia de Mantenimiento-Sistemas de información, Soporte y Cía. Ltda., Colombia.
- Gutiérrez Jaime, Desarrollo de una metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para líneas de transmisión en alta tensión, Tesis Profesional, Facultad Ingeniería Eléctrica, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia (2008).
- RCM, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad:
http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos_rcm_archivos/ariel%20ZYLBERBERG/RCM_Scorecard_overview.pdf; consultada en febrero de 2016
- Método RCM:
<http://www.um.edu.ar/catedras/claroline/backends/download.php?url=L03zZHVs19JSUkvUkNNLnBkZg==&cidReset=true&cidReq=4071>