

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
FORMATO PRESENTACIÓN PROYECTOS DE GRADO

Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES:

Ejecutor 1:

Nombre (s):	JUAN CARLOS	
Apellido (s):	NOGUERA GALEANO	
Código:	20111275025	
e-mail:	Inq.juannoguera@hotmail.com	
Teléfono:	8110517	
Celular:	3143640354	

Ejecutor 2:

Nombre (s):		FOTO
Apellido (s):		
Código:		
e-mail:		
Teléfono:		
Celular:		

INFORMACIÓN DEL PROYECTO:

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

PROYECTO CURRICULAR TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA

FORMATO PRESENTACIÓN PROYECTOS DE GRADO

Título del Proyecto:	Diseño de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para una línea de producción de detergente líquido.	
Duración (estimada):		
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	X
	Prestación y Servicios Tecnológicos	
	Intervención Comunitaria	
Modalidad del Trabajo de Grado: (Marqué con una "x")	Pasantía	
	Proyectos Científicos y Comunitarios	X
Línea de Investigación de la Facultad: (Marqué con una "x")	Apoyo Tecnológico Empresarial	
	Optimización de Procesos	X
	Desarrollo Tecnológico Local e Institucional	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular: (Marqué con una "x")	Energías Alternativas	
	Materiales y Procesos	X
	Diseño Mecánico	
	Automatización Industrial	
	Educación Tecnológica	
	Otra (Cuál):	
Grupo de Investigación: (Marqué con una "x"):	GIDEAUD	
	DISING	
	Otro (Cuál):	
Proyecto de Investigación:		

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
FORMATO PRESENTACIÓN PROYECTOS DE GRADO

Semillero de Investigación:	
Áreas del conocimiento que involucra:	Mantenimiento avanzado, confiabilidad, estadística
<u>INFORMACIÓN PASANTÍA:</u>	
Nombre de la Empresa:	
Domicilio:	
Teléfonos:	
Correo_electrónico:	
Página Web:	
<u>INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:</u>	
Director:	Luini Leonardo Hurtado Cortes
Vo. Bo.:	
Coordinador del Proyecto en la empresa (Pasantía):	
Vo. Bo.:	
Formulación Proyecto de Grado:	Luini Leonardo Hurtado Cortes
Vo. Bo.:	

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mantenimiento tiene como objetivo asegurar la competitividad de la empresa en el mercado, a través de esfuerzos, acciones y decisiones, ya que debe mantener la disponibilidad y confiabilidad de las condiciones deseadas, el cumplimiento de los requisitos de sistemas de calidad de la empresa, el cumplimiento con las normas de seguridad y medio ambientales y finalmente un beneficio global.

El mantenimiento está reaccionando ante nuevas expectativas. Estas incluyen una mayor importancia en los aspectos de seguridad y del medio ambiente, un conocimiento creciente de la conexión existente entre el mantenimiento y la alta calidad de los productos, y un elevado aumento de la presión ejercida para conseguir una alta disponibilidad en los equipos, acompañado de su automatización y optimización de procesos.

Debido a la evolución del mantenimientos y las acelerada innovacion de maquinaria y procesos productivos, el personal que lidera las áreas de Mantenimiento en las empresas se ha visto obligado a buscar nuevas estrategias y metodologías que mantengan la empresa en competencia frente al mercado. El departamento de mantenimiento debe evitar equivocarse cuando se toman decisiones de mejora; debe encontrar una gestión de trabajo estratégica que sintetice los nuevos avances tecnológicos bajo un modelo lógico y coherente, de forma que este pueda ser evaluado racionalmente y permita el cumplimiento del plan estratégico de la empresa.

Para Brinsa S.A es de gran importante incluir dentro de su gestión de mantenimiento estrategias modernas que permiten optimizar procesos, minimizar costos de mantenimiento, reducir tiempos de mantenimiento innecesarios, maximizar la calidad en sus procesos productivos y mantener la competitividad en el Mercado. La implementación de un plan de Mantenimiento basado en confiabilidad (RCM) se da como la mejor alternativa para mejorar la gestión que se le viene dando al mantenimiento sobre la línea de cojines, esto debido a la necesidad de comprender mejor el funcionamiento de los equipos, sistemas y subsistemas que conforman el proceso, definir cuales equipos son críticos en el proceso y cuáles no, lograr analizar los fallos funcionales y minimizarlos a través de mecanismos y estrategias establecidos (análisis de fallos), reducir costos de mantenimiento, establecer y analizar indicadores de gestión y de resultados, y finalmente estandarizar rutinas de mantenimiento requeridas para cada equipo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la empresa dentro de su gran portafolio de productos, cuenta con una línea llamada COJINES compuesta por 11 máquinas principales tipo PREPAC W0 y una serie de equipos, sistemas y subsistemas, secundarios que confluyen en el proceso para la obtención de un producto terminado, denominado detergente líquido.

Desde el 2008 se inicio la adquisición de los equipos necesarios para la producción de este producto y desde esa época se ha tenido confusión del mantenimiento necesario que se requiere implementar en esta línea, durante los primeros 2 años se implemento únicamente mantenimientos con el proveedor y los fallos que se presentaban eran corregidos por el mismo, por lo cual no se llevo un seguimiento de la repetitividad de cada fallo y las posibles causas de estos.

Al terminar la garantía de los equipos y durante los últimos 3 años se inicio con un programa de mantenimiento “preventivo” con el fin de minimizar los fallos repentinos en los equipos y tener un mayor control sobre el proceso, de esta forma se dio inicio a la creación de cronogramas de mantenimiento a TODOS los equipos, sistemas y subsistemas que conformaban el proceso (tanques de preparación, tanques de almacenamiento, válvulas, bombas, acometidas hidráulicas, selladoras, maquinas prepac, equipos chiller, entre otros), estos cronogramas generaron una gran cantidad de ordenes de trabajo para los técnicos de mantenimiento, los cuales dedicaban mucho tiempo en la intervención de equipos que no necesitaban tanta atención, mientras que equipos críticos seguían fallando y parando los procesos, finalmente los indicadores de averías, y disponibilidad no presentaban mejoras y los costos de Mantenimiento aumentaban exponencialmente por la ejecución de Mantenimientos preventivos innecesarios.

Además de esto nunca se ha realizado un análisis detallado de las fallas frecuentes que se presentan de forma repetitiva en el proceso, si no que por el contrario se intervienen los equipos de forma correctiva las veces que sean necesarias. Finalmente el departamento de Mantenimiento maneja unos indicadores a los cuales no se les realiza ningún tipo de seguimiento ni análisis en pro de mejorarlos.

1.1. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad el mantenimiento tiene como objetivo asegurar la competitividad de la empresa en el mercado, a través de esfuerzos, acciones y decisiones, ya que debe mantener la disponibilidad y confiabilidad de las condiciones deseadas, el cumplimiento de los requisitos de sistemas de calidad de la empresa, el cumplimiento con las normas de seguridad y medio ambientales y finalmente un beneficio global.

Esto significa que para ser competitivos, además de los factores claves como la calidad, la productividad, la seguridad industrial y medioambiental, existe otro agente que es la confiabilidad, la cual garantiza que los demás factores anteriormente mencionados continuaran con un desempeño adecuado.

La ejecución del mantenimiento implica estar acorde con los nuevos desarrollos tecnológicos, nuevos retos para los sectores industrial, comercial, servicios, entre otros. Estos retos están asociados con la necesidad de incrementar la eficiencia y eficacia en la producción de bienes y en la prestación de servicios, el mejoramiento de la calidad y la integridad de las personas y su ambiente.

En los últimos años la gestión del mantenimiento viene evolucionando en forma dinámica y permanente. Actualmente existen gran cantidad de conceptos y técnicas de mantenimiento y en esa dinámica constante, surgen cada vez mas enfoques del mismo. Ha llegado a tal punto el asunto de la confiabilidad, que algunos ofrecen soluciones “extraordinarias”.

Para el logro exitoso de la aplicación de alguna de las herramientas de RCM, procedimientos y/o metodologías, es importante determinar cuál sería el camino para llegar a un mantenimiento de clase mundial, con unos verdaderos métodos y procesos aplicados a un mantenimiento centrado en el negocio. Por eso, la gestión de mantenimiento exige el personal que labora en el área, no solo conocer las técnicas y aprenderlas, sino también identificarlas para decidir cuáles son útiles en consideración a las necesidades específicas de la empresa y a sus características particulares.

La elección adecuada permitirá mejoras en la práctica del mantenimiento y la optimización de costos. Si por lo contrario, la elección de la técnica no corresponde a las necesidades y problemas determinados, se contribuirá a minimizar las dificultades. El RCM ha sido usado por una amplia variedad de industrias durante los últimos quince años. Cuando se aplica correctamente produce los siguientes beneficios:

-
- CÁCERES, Beatriz. (2004). “Como Incrementar la Competitividad Mediante Estrategias para Gerenciar Mantenimiento”. VI Congreso Internacional de Mantenimiento. ACIEM. Bogotá. Colombia.
 - BECERRA SOLÓRZANO, Guillermo. “Sistema Integral de Confiabilidad Operacional para el área de servicios industriales de la Cervecería Bavaria S. A. de Boyacá (Colombia)”. Trabajo de Grado de Ingeniería Electromecánica. UPTC Sede Duitama. Boyacá .Colombia. Mayo 2005.

La mayoría de compañías han encontrado que la implementación del RCM les permite conseguir mucho más en el campo de la formación de equipos que en la de los círculos de calidad, especialmente en las plantas de alta tecnología. Todos estos factores forman parte de la evolución de la gestión del mantenimiento y muchos ya son la meta de los programas de mejora. Lo más importante del RCM es que provee un marco de trabajo paso a paso efectivo para realizarlos todos a la vez, y para hacer participar a todo el que tenga algo que ver con los equipos del proceso.

En la Industria minera de cobre posterior a la implementación del un mantenimiento basado en confiabilidad se obtuvieron resultados como el aumento de la producción en 14%, reducción de costos de mantenimiento de alrededor 90-130 millones de pesos anuales, el impacto en producción se incremento en mas de 1'200 millones de pesos anuales, se elimino una de las dos paradas de mantenimiento semanal de 4 horas mientras que las inspecciones diarias aumentaban. Y como resultados intangibles aumento la comprensión de los procesos por parte del personal, se creó una conciencia hacia la criticidad de los procesos y en los costos, mentalización del mejoramiento continuo y mejoro notablemente el clima laboral entre mantenimiento y producción.

Por otra parte luego de la implementación de una metodología RCM en el sistema eléctrico de baja tensión de los pozos productores de la Superintendencia de operación de Mares (Ecopetrol) se determinaron una serie de conclusiones relacionadas con los resultados obtenidos, algunas de ellas enfatizaban en que el proceso RCM por si solo no asegura el logro de las metas de mantenimiento, se hace necesario involucrar a todas las personas del grupo de mantenimiento, lideres, planeadores, supervisores y técnicos para que con una visión clara de los objetivos y unas auditorias constantes a cada una de las estrategias implementadas se puedan lograr los objetivos propuestos.

La implementación del RCM debe llevar a equipos más seguros y confiables, reducciones de costos (directos e indirectos), mejora en la calidad del producto, y mayor cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente. El RCM también esta asociado a beneficios humanos, como mejora en la relación entre distintas áreas de la empresa, fundamentalmente un mejor entendimiento entre mantenimiento y operaciones.

Un plan de mantenimiento basado en RCM es una herramienta de gran importancia para lograr los objetivos de un gran número de empresas que quieren aumentar la disponibilidad y tener controlados sus costes de manteamiento, que garantice el nivel adecuado de mantenimiento programado, el uso racional de materiales combustibles y el mínimo empleo de materiales peligrosos.

-
- Parra C, 2009. Implementacion piloto de Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM en una llenadora de la línea 10, Planta San Joaquin, Empresas Polar, INGECON, Caracas, Venezuela.
 - Perez J, Carlos Mario. Gerencia de Mantenimiento – Sistemas de información. Soporte y Cia Ltda. Colombia

Hoy día el R.C.M. está definido por el estándar S.A.E. JA1011 - Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Este estándar da los criterios mínimos para definir lo que puede ser definido como R.C.M. Antes del desarrollo de este estándar muchos procesos fueron etiquetados como R.C.M. aunque no eran fieles a sus principios. Ahora las compañías pueden utilizar este estándar para asegurarse que los procesos, servicios y software que adquieran estén conformes con lo que se define como R.C.M., asegurando la posibilidad de lograr los múltiples beneficios que se atribuyen a este método.

En la industria cervecera y de alimentos en los cuales se ha implementado sistemas de mantenimiento centrados en confiabilidad se han reducido intervenciones de mantenimiento no planificadas de un 40% a un 60%: la carga de trabajo para técnicos, supervisores y jefes de mantenimiento se a ligrado controlar y planificar de una mejor forma; la reducción de averias y fallos funcionales en los equipos se reduce del 5% al 10% y los pocos fallos que se presentan son analizados y estudiados para que no se vuelvan a presentar.

Finalmente la mayoría de empresas tienen el gran reto de convertirse en mejores a futuro. Sin embargo, en esta época de reducción de presupuestos, se ha demostrado que con las prácticas tradicionales simplemente nunca habrá recursos suficientes para mantener el aumento disparado de instalaciones, activos, maquinarias y procesos.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un plan de Mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM) para una línea de producción de detergente líquido.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un análisis de criticidad para todos los equipos
- Determinar fallos funcionales y fallos técnicos por equipo
- Determinar los modos y consecuencias de falla por equipo.
- Establecer estrategia de Mantenimiento para cada equipo, con listados de mejoras, y procedimientos de operación y mantenimiento.
- Establecer indicadores de gestión y resultados para el proceso.

3. MARCO TEORICO

3.1 QUE ES RCM Y HISTORIA

“El Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM) es un procedimiento utilizado para determinar cuáles actividades se deben realizar para asegurar que cualquier activo físico continúe cumpliendo con las funciones operacionales para las cuales es diseñado en su **Contexto operacional**, bajo una metodología de análisis sistemático, usado para determinar el desempeño óptimo de las tareas de mantenimiento, a determinadas frecuencias de intervención, basándose en la implementación acertada de criterios de seguridad, operacionales, económicos y de cuidado del medio ambiente. Esta metodología está basada en el entendimiento de las funciones que debe prestar cada sistema y encontrar el motivo de interrupción de dichas funciones por causa de un fallo y su prevención” (1).

“Fue documentado por primera vez en un reporte escrito por *F.S. Nowlan* y *H.F. Heap* y publicado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América en 1978. Desde entonces, el RCM ha sido usado para ayudar a formular estrategias de gestión de activos físicos en prácticamente todas las áreas de la actividad humana organizada, y en prácticamente todos los países industrializados del mundo. Este proceso definido por *Nowlan* y *Heap* ha servido de base para varios documentos de aplicación en los cuales el proceso RCM ha sido desarrollado y refinado en los años siguientes. Muchos de estos documentos conservan los elementos clave del proceso original.

Sin embargo el uso extendido del nombre “RCM” ha llevado al surgimiento de un gran número de metodologías de análisis de fallos que difieren significativamente del original, pero que sus autores también llaman “RCM”. Muchos de estos otros procesos fallan en alcanzar los objetivos de *Nowlan* y *Heap*, y algunos son incluso contraproducentes. En general tratan de abreviar y resumir el proceso, lo que lleva en algunos casos a desnaturalizarlo completamente.

Como resultado de la demanda internacional por una norma que establezca unos criterios mínimos para que un proceso de análisis de fallos pueda ser llamado “RCM” surgió en 1999 la norma *SAE JA 1011* y en el año 2002 la norma *SAE JA 1012*. No intentan ser un manual ni una guía de procedimientos, sino que simplemente establecen, como se ha dicho, unos criterios que debe satisfacer una metodología para que pueda llamarse RCM” (2).

- 1. CÁCERES, Beatriz. (2004). “Como Incrementar la Competitividad Mediante Estrategias para Gerenciar Mantenimiento”. VI Congreso Internacional de Mantenimiento. ACIEM. Bogotá. Colombia.

2. Mantenimiento basado el RCM. Autor Santiago Garcia Garrido. Mantenimiento Petroquimica.com/

<http://www.mantenimientopetroquimica.com/mantenimientobasadoenrcm.html>

3.2 Objetivos del RCM

El objetivo principal del RCM está en mejorar la confiabilidad de los equipos y a su vez reducir el costo de mantenimiento, enfocarse en las funciones más importantes de los sistemas, evitando o quitando acciones de mantenimiento que no son estrictamente necesarias y/o reemplazándolas por otras aun mejores.

3.3 Ventajas del RCM

El objetivo básico de cualquier gestión de Mantenimiento, consiste en incrementar la disponibilidad de los activos, a bajos costes, permitiendo que dichos activos funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto operacional. En otras funciones para las cuales fueron diseñados. Es decir, deben estar centrados en la Confiabilidad Operacional. En la actualidad, esta meta puede ser alcanzada de forma óptima, con la metodología de Gestión del Mantenimiento, titulada Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).

En términos generales, permite distribuir de forma efectiva los recursos asignados a la gestión de mantenimiento, tomando en cuenta la importancia de los activos dentro del contexto operacional y los posibles efectos o consecuencias de los modos de fallos de estos activos, sobre la seguridad, el ambiente y las operaciones.

3.4 Implementación del Plan de Mantenimiento

- Selección del sistema de documentación
- Definición de las fronteras del sistema.
- Diagramas funcionales del sistema.
- Identificación de funciones y fallas funcionales.
- Construcción del análisis modal de fallos y efectos.
- Construcción del árbol lógico de decisiones.
- Análisis de viabilidad técnica y económica.

3.5 Funciones y Estándares de Funcionamiento

Cada elemento de los equipos debe de haberse adquirido para unos propósitos determinados. En otras palabras, deberá tener una función o funciones específicas. La pérdida total o parcial de estas funciones afecta a la organización en cierta manera. La influencia total sobre la organización depende de:

- La función de los equipos en su contexto operacional.
- El comportamiento funcional de los equipos en ese contexto.

Como resultado de esto el proceso de RCM comienza definiendo las funciones y los estándares de comportamiento funcional asociados a cada elemento de los equipos en su contexto operacional. 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.

3.6 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.

3.7 Modos 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.

3.8 Efectos de falla

Cuando se identifica cada modo de falla, los efectos de las fallas también deben registrarse (en otras palabras, lo que pasaría si ocurriera). Esta 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.

3.9 Consecuencias de falla

Una vez que se hayan determinado las funciones, las fallas funcionales, los modos de falla y los efectos de los mismos en cada elemento significativo, el próximo paso en el proceso del RCM es preguntar cómo y (cuánto) importa cada falla. La razón de esto es porque las consecuencias de cada falla dicen si se necesita tratar de prevenirlos. Si la respuesta es positiva, también sugieren con qué esfuerzo debemos tratar de encontrar las fallas.

3.10 Beneficios a conseguir con RCM

El RCM2 ha sido usado por una amplia variedad de industrias durante los últimos diez años. Cuando se aplica correctamente produce los beneficios siguientes:

Mayor seguridad y protección del entorno, debido a:

- Mejoramiento en el mantenimiento de los dispositivos de seguridad existentes.
- La disposición de nuevos dispositivos de seguridad.
- La revisión sistemática de las consecuencias de cada falla antes de considerar la cuestión operacional.
- Claras estrategias para prevenir los modos de falla que puedan afectar a la seguridad, y para las acciones “a falta de” que deban tomarse si no se pueden encontrar tareas sistemáticas apropiadas.
- Menos fallas causados por un mantenimiento innecesario.

Mejores rendimientos operativos, debido a:

- Un mayor énfasis en los requisitos del mantenimiento de elementos y componentes críticos.
- Un diagnóstico más rápido de las fallas mediante la referencia a los modos de falla relacionados con la función y a los análisis de sus efectos.
- Menor daño secundario a continuación de las fallas de poca importancia (como resultado de una revisión extensa de los efectos de las fallas).
- Intervalos más largos entre las revisiones, y en algunos casos la eliminación completa de ellas.
- Listas de trabajos de interrupción más cortas, que llevan a paradas más cortas, más fácil de solucionar y menos costosas
- Menos problemas de “desgaste de inicio” después de las interrupciones debido a que se eliminan las revisiones innecesarias.

Mayor Control de los costos del mantenimiento, debido a:

- Menor mantenimiento rutinario innecesario
- Mejor compra de los servicios de mantenimiento (motivada por el énfasis sobre las consecuencias de las fallas)
- La prevención o eliminación de las fallas costos.
- Unas políticas de funcionamiento más claras, especialmente en cuanto a los equipos de reserva
- Menor necesidad de usar personal experto caro porque todo el personal tiene mejor conocimiento de las plantas.

Más larga vida útil de los equipos, debido al aumento del uso de las técnicas de mantenimiento “a condición”.

Una amplia base de datos de mantenimiento, que:

- Reduce los efectos de la rotación del personal con la pérdida consiguiente de su experiencia y competencia.
- Provee un conocimiento general de la planta más profundo en su contexto operacional.
- Provee una base valiosa para la introducción de los sistemas expertos.
- Conduce a la realización de planos y manuales más exactos.
- Hace posible la adaptación a circunstancias cambiantes (tales como nuevos horarios de turno o una nueva tecnología) sin tener que volver a considerar desde el principio todas las políticas y programas de mantenimiento.

Mayor motivación de las personas, especialmente el personal que está interviniendo en el proceso de revisión.

Mejor trabajo de grupo, motivado por un planteamiento altamente estructurado del grupo a los análisis de los problemas del mantenimiento y a la toma de decisiones. Esto mejora la comunicación y la cooperación entre:

- Las áreas: Producción u operación así como los de la función del mantenimiento.
- Personal de diferentes niveles: los gerentes los jefes de departamentos, técnicos y operarios.
- Especialistas internos y externos: los diseñadores de la maquinaria, vendedores, usuarios y el personal encargado del mantenimiento.

Muchas compañías que han usado el sistema de mantenimiento basado en confiabilidad, han encontrado que el RCM les permite conseguir mucho más en el campo de la formación de equipos que en la de los círculos de calidad, especialmente en las plantas de alta tecnología. Todos estos factores forman parte de la evolución de la gestión del mantenimiento, y muchos ya son la meta de los programas de mejora. Lo importante del RCM es que provee un marco de trabajo paso a paso efectivo para realizarlos todos a la vez, y para hacer participar a todo el que tenga algo que ver con los equipos del proceso.

Si el RCM se usa correctamente para volver a evaluar los requisitos de mantenimiento de los equipos existentes, transformará ambos requisitos y la forma en que se percibe la función del mantenimiento como operación total. El resultado es un mantenimiento menos costoso, más armonioso y más eficaz.

- Bloom N, 2006. Releability Centered Maintenance. Implementation made simple. McGraw-Hill Inc. New York.
- CÁCERES, Beatriz. (2004). “Como Incrementar la Competitividad Mediante Estrategias para Gerenciar Mantenimiento”. VI Congreso Internacional de Mantenimiento. ACIEM. Bogotá. Colombia.

4. METODOLOGIA

- Inicialmente se realizara un levantamiento de información y con este se diseñara un árbol de equipos con su respectiva codificación para delimitar la línea a la cual se le va a realizar el RCM.
- Se realizara un plano funcional y técnico para cada equipo, sistema y subsistema donde se explicara en funcionamiento de cada uno dentro del proceso productivo, este se verá acompañado con plano en CAD para dimensionar de una mejor forma el proceso.
- Se establecerá una matriz de criticidad apropiada para el proceso para el posterior análisis de criticidad de los equipos, sistemas y subsistemas que conforman la línea de cojín.
- Se realizara un análisis de fallos y modos de fallo bajo la metodología AMFE para posteriormente realizarles un análisis de causa raíz a los fallos más críticos que se presentan en el proceso
- Posteriormente se diseñara la estrategia o plan de Mantenimiento recomendada para cada equipo, sistema y subsistema de acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis previamente mencionados.
- Finalmente se realizara un listado de propuestas de mejora, acompañada de unos manuales de operación de tareas de mantenimiento, y se propondrán una serie de indicadores de gestión y de resultado validados con datos recogidos durante la ejecución del proyecto.

5. CRONOGRAMA

Actividades	Semanas																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Diseño de árbol de equipos y codificación	■	■																				
Diseñar un plano funcional para cada equipo, sistema y subsistema			■	■	■																	
Diseñar un plano de funcionamiento técnico para cada equipo, sistema y subsistema						■	■	■														
Diseño matriz de criticidad y análisis de criticidad de cada equipo, sistema y subsistema									■	■	■	■										
Diseñar plano de fallos funcionales y fallos técnicos por equipo, Sistema y subsistema.												■	■	■								
Diseño de modos y consecuencias de falla AMFE para equipos críticos															■	■						
Análisis de causa raíz de los fallos críticos de la línea																	■	■	■			
Diseño de estrategia de Mantenimiento para cada equipo, sistema Y subsistema del proceso.																			■	■		
Diseño de listados de mejoras y procedimientos de operación.																				■	■	
Diseño de indicadores de gestión y de resultado sugeridos para el proceso																						■

6. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO PROYECTO			
CARACTERISTICAS	VALOR UNITARIO	Unidades	TOTAL
Hora hombre estudiante (mensual)	\$ 800.000	4	\$ 3.200.000
Hora hombre tutor (mensual)	\$ 1.600.000	4	\$ 6.400.000
Hora Capacitador RCM	\$ 250.000	36	\$ 9.000.000
Planos y papeleria	\$ 500.000	1	\$ 500.000
VALOR TOTAL DEL PROYECTO			\$ 19.100.000

Los costos correspondientes a horas capacitador serán asumidos por la empresa.

7. BIBLIOGRAFIA

- Bloom N, 2006. Reliability Centered Maintenance. Implementation made simple. McGraw-Hill Inc. New York.
- Parra C, 1996. Metodología de implementación del Mantenimiento centrado en confiabilidad en la refinería de Amaway. Tesis de Maestría, Universidad de los Andes, Venezuela.
- Smith A y Hinchcliffe R, 2004. RCM-Gateway to World Class Maintenance. ELSEVIER, New York
- Parra C, 2009. Implementación piloto de Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM en una llenadora de la línea 10, Planta San Joaquín, Empresas Polar, INGECON, Caracas, Venezuela.
- Pérez J, Carlos Mario. Gerencia de Mantenimiento – Sistemas de información. Soporte y Cia Ltda. Colombia
- RCM2. Reliability – Centered- Maintenance. Aladon, Inglaterra.
- CÁCERES, Beatriz. (2004). “Como Incrementar la Competitividad Mediante Estrategias para Gerenciar Mantenimiento”. VI Congreso Internacional de Mantenimiento. ACIEM. Bogotá. Colombia.
- BECERRA SOLÓRZANO, Guillermo. “Sistema Integral de Confiabilidad Operacional para el área de servicios industriales de la Cervecería Bavaria S. A. de Boyacá (Colombia)”. Trabajo de Grado de Ingeniería Electromecánica. UPTC Sede Duitama. Boyacá .Colombia. Mayo 2005.