

DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO ENFOCADO EN LA
COMBINACIÓN DEL TPM Y RCM BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL HPO (HIGH
PERFORMANCE ORGANIZATION) DE CABOT COLOMBIANA

OSCAR IVAN CUEVAS MIRANDA.
FERNANDO PADILLA PESTANA.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2010

DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO ENFOCADO EN LA
COMBINACIÓN DEL TPM Y RCM BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL HPO (HIGH
PERFORMANCE ORGANIZATION) DE CABOT COLOMBIANA

OSCAR IVAN CUEVAS MIRANDA.
FERNANDO PADILLA PESTANA.

Director
LUIS ALBERTO MORA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2010

DEDICATORIA

A Dios y nuestras familias; han sido mi fe en Dios y la que nuestras familias han depositado en nosotros los ejes principales de la realización de este trabajo de Grado.

Oscar Iván Cuevas Miranda

Fernando Padilla.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a la empresa **Cabot Colombia**, por permitirnos trabajar en sus instalaciones y facilitarnos la información necesaria para el cumplimiento de los puntos a tratar.

Al ingeniero Alberto Mora Gutiérrez, por su colaboración y asesoría que nos deja un sin número de enseñanzas y lecciones aprendidas para nuestro crecimiento profesional.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
INTRODUCCIÓN.	14
1. PROCESO PRODUCTIVO DE CABOT COLOMBIA	15
1.1 HISTORIA DEL NEGRO DE HUMO.	15
1.2 ORGANIZACIÓN.	17
1.2.1 Estrategia corporativa.	18
1.3 ORGANIGRAMA DE CABOT COLOMBIANA.	23
1.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL NEGRO DE HUMO.	23
2. MANTENIMIENTO EN CABOT COLOMBIANA.	27
2.1 ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO.	27
2.2. SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO	27
2.3 DEFINICIONES DE CONFIABILIDAD Y MEDICIONES.	28
2.3.1 Porcentaje de Downtime (DT)	29
2.3.2 Downtime Events (DTE)	30
2.3.3 Costo total de mantenimiento por unidad (PUC)	31
BLUE BOX DE MANTENIMIENTO	32
2.5 CARACTERIZACION DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.	36
2.6 CARACTERIZACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	38
2.7 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	40
2.7.1 Análisis de Vibración.	40
2.7.2 Inspección térmica (Termografía).	42
2.7.3 Análisis de lubricantes.	45
2.7.4 Prueba de espesores a materiales (UT).	46
2.7.5 Prueba de resistencia e Aislamiento.	48
2.7.6 Inspección Visual.	49
2.8 ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (RCA) EN CABOT.	51
2.9. SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO JDE.	56
2.9.1 Utilización de activos y gestión del ciclo de vida.	56

2.9.2 Optimización de inventarios.	57
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.	58
3. ANÁLISIS DOFA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE CABOT COLOMBIANA.	61
3.1 DEBILIDADES	61
3.2. OPORTUNIDADES.	62
3.3. FORTALEZAS.	64
3.4 AMENAZAS.	65
3.5 ESTRATEGIAS FO (CRECIMIENTO).	66
3.6 ESTRATEGIAS DO (SOSTENIMIENTO).	68
3.7. ESTRATEGIAS FA (SOSTENIMIENTO)	69
3.8. ESTRATEGIAS DA (FUGA).	70
4. PLAN DE MANTENIMIENTO (PROPUESTA)	72
4.1 EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO	72
4.2 ETAPA I. OBJETIVO DEL PLAN	73
4.3 ETAPA II. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LAS TÉCNICAS	73
4.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	74
4.5 APLICACIÓN DEL MEDICO	81
CONCLUSIONES.	88
BIBLIOGRAFIA	89

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Ilustración 1. Productos de Cabot	17
Ilustración 2. Distribución de plantas de Cabot.	18
Ilustración 3. Foto aérea de Cabot Colombiana.....	20
Ilustración 4. Godfrey Lowell Cabot. Dueño y fundador de Cabot Corporation.....	21
Ilustración 5. Kennett Burnes	21
Ilustración 6. Samuel Bodman.	21
Ilustración 7. Proceso de manufactura del Negro de Humo.....	24
Ilustración 8. Zona de Reacción.....	24
Ilustración 9. Zona de Filtrado.....	25
Ilustración 10. Ejemplo de mapa de confiabilidad	33
Ilustración 11. Blue box Septiembre de 2008	35
Ilustración 12. Ejemplo de registro de vibraciones.....	41
Ilustración 13. Evaluación de problemas tipo eléctrico por medio de termografía.	44
Ilustración 14. Evaluación de fallas en asilamiento mediante un análisis termografico.	44
Ilustración 15- Frecuencias de típicas de muestreo de CABOT para sus equipos	47
Ilustración 16. Ejemplo de registro de espesores en Cabot.....	47
Ilustración 17. Ejemplo de una orden de trabajo de inspección visual.....	50
Ilustración 18. Diagrama de flujo RCA.	52
Ilustración 19. Diagrama de flujo previo al evento.	53
Ilustración 20. Diagrama espina de pescado.	53
Ilustración 21. Reporte resumen típico	55
Ilustración 22. FMCA en los sistema de Aire (Entrada y salida)	82
Ilustración 23. FMCA Sistema Conductor.	83
Ilustración 24. FMCA Sistema de lubricación.	84
Ilustración 25. Matriz ILUO	85

Ilustración 26. Secador86
Ilustración 27. Check list Secador.....87

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO ENFOCADO EN LA COMBINACIÓN DEL TPM Y RCM BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL HPO (HIGH PERFORMANCE ORGANIZATION) DE CABOT COLOMBIANA

AUTOR: FERNANDO PADILLA, OSCAR IVAN CUEVAS MIRANDA **

PALABRAS CLAVES: Negro de humo, Cabot, Mantenimiento basado en la confiabilidad, RCM, Mantenimiento productivo total, TPM, HPO, FMCA

DESCRIPCION: Actualmente en Cabot Colombiana la estructura de la gerencia de mantenimiento fue modificada, como una respuesta a los cambios derivados de la crisis económica mundial DEL AÑO 2008 y la incidencia de la inestabilidad de los precios del petróleo y cambios en el mercado de la industria automotriz.

Ante esta crisis y con el objeto de mantenerse competitivo y líder del mercado del Negro de Humo, Cabot Colombiana ha implementado un nuevo modelo organizacional (HPO o HIGH PERFORMANCE ORGANIZATION), el cual consiste que con menos recursos humanos y financieros, la planta no solo mantenga los estándares de calidad, confiabilidad y seguridad alcanzados hasta hoy sino que los supere. Esto ha generado una reorganización interna del recurso humano y roles en el departamento de mantenimiento.

La estrategia de la investigación se plantea inicialmente con una introducción a la historia y proceso de fabricación del negro de humo por CABOT, posteriormente se realiza un estudio del modelo del mantenimiento actual, seguidamente se analiza la condición actual del mantenimiento bajo la herramienta de diagnóstico y planeación estratégica DOFA donde se identifican los aspectos que permiten desarrollar el estudio, de tal forma que el departamento de mantenimiento encaje en la nueva estructura del HPO .

Como producto de este estudio encontramos que se debe involucrar más a la producción en las labores de mantenimiento, planteando para éste, el uso de la técnica TPM y la clasificación de las de las actividades encontradas en los FMCA a equipos críticos (RCM).

* DISEÑO DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO ENFOCADO EN LA COMBINACIÓN DEL TPM Y RCM BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL HPO (HIGH PERFORMANCE ORGANIZATION) DE CABOT COLOMBIANA

**Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Especialización en Gerencia de mantenimiento.

Director: Ing Luis Alberto Mora

SUMMARY

TITLE: MANTEINANCE MODEL DESIGN FOCUSED ON TPM AND RCM COMBINATION UNDER THE CABOT COLOMBIA'S HPO (HIGH PERFORMANCE ORGANIZATION) GUIDELINES

AUTHOR: FERNANDO PADILLA, OSCAR IVAN CUEVAS MIRANDA **

KEY WORDS: Carbon Black, Cabot, reliability based maintenance, RCM, total productive maintenance, TPM, HPO, FMCA.

SUBJECT: In Cabot Colombia the maintenance management was modified, as a response to the changes derived from the 2008 world economic crisis and the impact of volatile oil prices and changes in the automotive market.

Faced with this crisis and in order to remain competitive and market leader in Carbon Black, Cabot Colombiana has implemented a new organizational model (HPO or HIGH PERFORMANCE ORGANIZATION), which is that with fewer human and financial resources, the plant not only maintain standards of quality, reliability y safety achieved up to now but to overcome them. This has led to an internal reorganization of human resources and roles in the maintenance department.

The research strategy was initially raised with an introduction to the history and manufacturing process of carbon black by CABOT, later a study of the current maintenance model and then we analyzed the current status of maintenance under the diagnostic and strategic planning tool SWOT and identify the aspects that make development of the study, so that the maintenance department fits into the new structure of the HPO.

As a result of this study we found that the production department must be deeply involved in the maintenance jobs, using for this the TPM technique and the classification of the economic task found in the FMCA to the critical equipment (RCM).

* MANTEINANCE MODEL DESIGN FOCUSED ON TPM AND RCM COMBINATION UNDER THE CABOT COLOMBIA'S HPO (HIGH PERFORMANCE ORGANIZATION) GUIDELINES

**School of Mechanical Engineering. Maintenance management Specialization. Director: Ing. Luis Alberto Mora

INTRODUCCIÓN.

Cabot Corporation tiene como objetivo establecer un proceso de mejoramiento continuo con el firme propósito de mantenerse a la vanguardia y líder del mercado del Negro de Humo, para ello una de sus estrategias esta basada en la confiabilidad operacional de sus plantas, lo cual le garantizará un suministro del Negro de Humo a sus clientes de acuerdo a las necesidades del mercado, a tiempo y con altos estándares de calidad.

La planta de Cabot Colombiana, desde que fue adquirida 100% por Cabot Corporation en el año 2000, inicio un proceso de modernización y mejoras de sus procesos en la diferente área, para alinearse y poder cumplir con los requerimientos corporativos. Para lograr este objetivo en el área de mantenimiento cada año a partir del año 2000, se han generado planes de mejoramiento continuo en el que se describen las actividades a realizar con metas medibles y responsables de su cumplimiento.

Teniendo como marco lo anterior expuesto, corresponde continuar con esta iniciativa, analizando la situación actual del proceso y gestión de mantenimiento en la Planta de Cabot Colombiana bajo el nuevo modelo administrativo (HPO). Tomando como base las mejores prácticas implementadas hasta hoy e integrando un nuevo modelo a las estrategias del mantenimiento existente, esta monografía propone establecer los criterios necesarios para poder implementar un sistema combinado de las técnicas del RCM y TPM.

1. PROCESO PRODUCTIVO DE CABOT COLOMBIA

1.1 HISTORIA DEL NEGRO DE HUMO.

El Negro de carbón se produce a partir de un "gas amargo" de gas natural que contiene más de 1 ½ granos de sulfuro de hidrógeno. Fue JK Wright, un fabricante de tinta de Filadelfia, quien descubrió el proceso de fabricación de negro de carbón en 1864, pero fue muy poco utilizado por los altos costos para su producción, hasta que en el siglo XX los avances tecnológicos en equipos permitió reducir los alto costo de producción y así poder convertirse en el 1915 en un proceso verdaderamente industrial y rentable al ser utilizado como agente de refuerzo del látex en la fabricación de neumáticos para automóviles.

A principios de 1923 se creó la primera planta en el condado de Stephen-Texas para la producción de Negro de Carbón, mediante la quema de gas residual de las plantas de gasolina. Otras dos plantas se construyeron en el mismo condado ese mismo año y es así como las tres plantas producen anualmente 1.194 ton de Negro de Carbón por valor de USD \$184.306. Durante todo ese tiempo la producción de Negro de Carbón se limita a los condados de Stephens y Eastland hasta el 11 de marzo de 1926, cuando la Comisión de Ferrocarriles de USA autoriza a la compañía Phillips Petroleum construir una planta en el Panhandle tomando la materia prima de las plantas de gasolina casinghead en Carson y los condados de Hutchinson.

Esta planta, inicialmente a cargo de la Compañía Occidental de Carbono, más tarde fue propiedad y operada por la empresa de Columbian Carbón. Ya en 1926 había siete plantas de Negro Carbón. En un año el estado de Texas produjo el 20 por ciento de la producción nacional del Negro de carbón.

En 1928 la Compañía de Carbón Cabot estableció la primera de varias plantas cerca de Pampa, en 1931 se construyó una planta en Big Lake y después corporaciones tales como Coltexo, Texas-Elf Carbón, Peerless Carbón, siguieron aumentando la producción y estableciendo nuevas plantas de Carbón.

En 1931, treinta y un plantas en Texas produjeron 95.652 ton de negro de humo, es decir el 75 por ciento de la producción de la nación.

En 1937, cuarenta plantas de Texas, treinta y tres de ellas en el Panhandle, produjeron el 82 por ciento de negro de carbón de la nación, solo las plantas de Panhandle produjeron 184.000 Ton.

Al cierre de la Segunda Guerra Mundial fueron cuarenta y dos plantas de negro de carbón en el estado, incluyendo uno en Buenavista, al oeste de Borger, construida poco después del bombardeo japonés a Pearl Harbor.

Durante la década de 1950, 25 millones Mt³ de gas se quemaban anualmente para producir Negro de Humo. Texas mantuvo su posición como la zona más importante de USA productora de negro.

En 1954, treinta plantas de Texas con una capacidad diaria total de 1360 ton se encuentran en sus condados y produce 65 % de negro de carbón total de la nación.

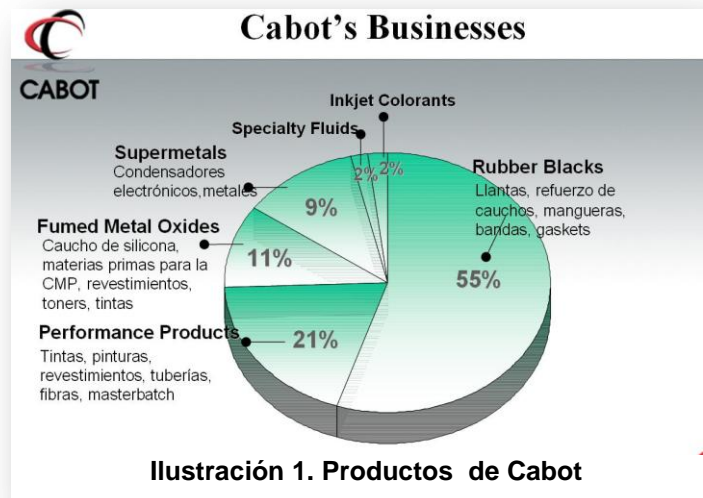
Las empresas de caucho consumen la mayor parte de la producción total y cantidades más pequeñas son utilizadas como pigmentos de tinta y pintura. La producción importante continua, se concentra en el Panhandle, aunque algunas plantas de negro de carbón se construyen a lo largo de la costa del Golfo de México.

En 1964, la industria se había recuperado 528 Ton de negro de carbón por valor de USD \$ 86.500.000. Treinta y nueve plantas empleaban a 1.954 personas y tenían un valor adicional por la fabricación de USD \$ 29.957.000. La capacidad diaria total del Negro Carbón de las plantas de Texas aumentó en ese año a 1.789 Ton. En 1969 la producción de negro de carbono de Texas alcanzó un valor de USD \$110.800.000.

Entre 1970 y 1980 hubo un descenso general en la producción y del número de plantas de Negro de Carbón en Texas, debido principalmente a la disminución de la producción de gas natural. Esto fue muy notable en Panhandle, en la década de 1980, cuando sólo unas pocas plantas cerca a la de Pampa y Borger mantuvieron su operación. Hoy día Texas, sigue siendo el mayor productor de negro de humo en USA.

1.2 ORGANIZACIÓN.

Fundada en 1882, Cabot Corporation es una empresa de materiales de rendimiento global, con sede en Boston, Massachusetts. Nuestros principales productos son de caucho y el negro de Humo con un alto grado de especialidad, colorantes para inyección de tintas, aerogel, tantalio, Formiato de cesio, fluidos de perforación, entre otros. Cabot opera en 39 instalaciones, ubicado en los Estados Unidos y 19 en otros países. Durante más



de 125 años de historia, Cabot ha ganado reputación para la producción de materiales de alta calidad con un inquebrantable respeto de sostenibilidad y seguridad.



Ilustración 2. Distribución de plantas de Cabot.

1.2.1 Estrategia corporativa.

Cabot ofrece el incremento de las ganancias a través del liderazgo en materiales y por buscar la excelencia en las siguientes áreas: seguridad, rendimiento, innovación y, clientes.

Seguridad: Mejora continua

El equipo SH&E de Cabot tiene una excelente relación con las comunidades de su entorno y siempre se esfuerza para lograr un objetivo de cero incidentes ambientales que pueda afectar las comunidades.

También trabaja para redefinir una visión integral y una estrategia sobre el medio ambiente. Como un ejemplo del compromiso en esta área, Cabot es el único productor de negro de carbón en China que cumple con todas las normas y requerimientos ambientales internacionales, los cuales son más exigentes que las locales.

Cabot es una de las pocas empresas que las medidas de seguridad de obligatorio cumplimiento tanto para empleados como para contratista en sus instalaciones alrededor del mundo teniendo como resultado Índices de tan bajos accidentes causando envidia de la industria química.

Desempeño: Cumplir nuestros compromisos

El rendimiento está basado en el cumplimiento de objetivos, manejo de indicadores, seguimiento de la planeación y ejecución de las actividades. Se trata también de empleados estén comprometidos con su trabajo y objetivos para el rendimiento. Por supuesto, un requisito previo para la evaluación se está teniendo una fuerte cultura basada en valores de integridad y de cumplimiento de normas.

Innovación: La tecnología son las bases de Cabot

100 Años de historia de Cabot de la innovación fue muy fuerte. Nuestros empleados comparten el espíritu emprendedor, lo que nos permite crear diferenciación en todas las partes de la empresa, desde el desarrollo de nuevos productos a las funciones administrativas. Mientras que Cabot tiene una larga historia de las innovaciones de productos técnicos, un enfoque actual es ampliar nuestro espíritu innovador a nuestros propios procesos de negocio, las funciones de servicio de cliente y actividades comerciales a fin de disminuir los costos y mejorar los beneficios.

EL Objetivo de Cabot es convertirse en el proveedor preferido de nuestros clientes – a nivel mundial y local – y continuar complaciendo sus necesidades

emergentes, de modo que podemos producir los productos que nuestros clientes quieren en un futuro.

En Cartagena la planta está localizada en el Km 12 de la zona industrial de Mamonal, Cartagena, ocupa un área total de 80,016 m², y genera 80 empleos directos y 150 indirectos.



Ilustración 3. Foto aérea de Cabot Colombiana.

1.2 HISTORIA DE CABOT.

Fundada en 1882, la compañía lleva el nombre de una distinguida familia de Nueva Inglaterra. Durante 90 años la compañía fue liderada por miembros de la familia Cabot. En 1987 y hasta 2001 asumió la presidencia de la compañía Samuel Bodman (Ilustración 2), siendo el primer presidente por fuera de la familia. De 2001 a 2007 Kennett Burnes fue CEO de la compañía y en la actualidad el cargo lo desempeña Patrick M. Prevost.



Ilustración 6. Samuel Bodman.

A pesar de que la presidencia no está a cargo de la familia Cabot esta sigue siendo accionista activa. Hoy en día Cabot es considerada una compañía especializada en productos químicos.

En Colombia Cabot se constituyó el 24 de Julio de 1964, para un total de 44 años en el mercado hasta el

momento, inició producción en Septiembre 5 de 1965. Aunque en sus inicios fue 100% Extranjera en Julio de 1977 se convierte en Sociedad Colombiana con una participación del 51% y el 49% de Cabot Corporation Inc. En Noviembre de 1990 Adquiere los activos de Productos Petroquímicos, de Yumbo, Valle del Cauca,

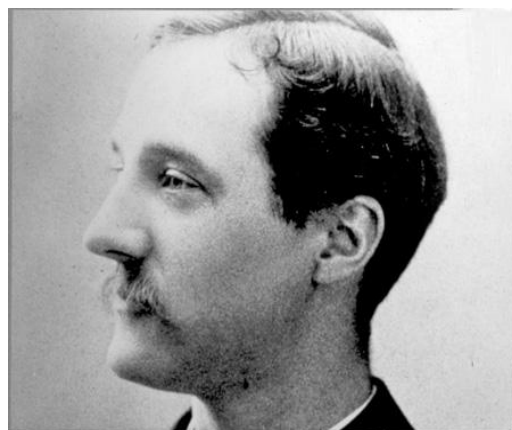


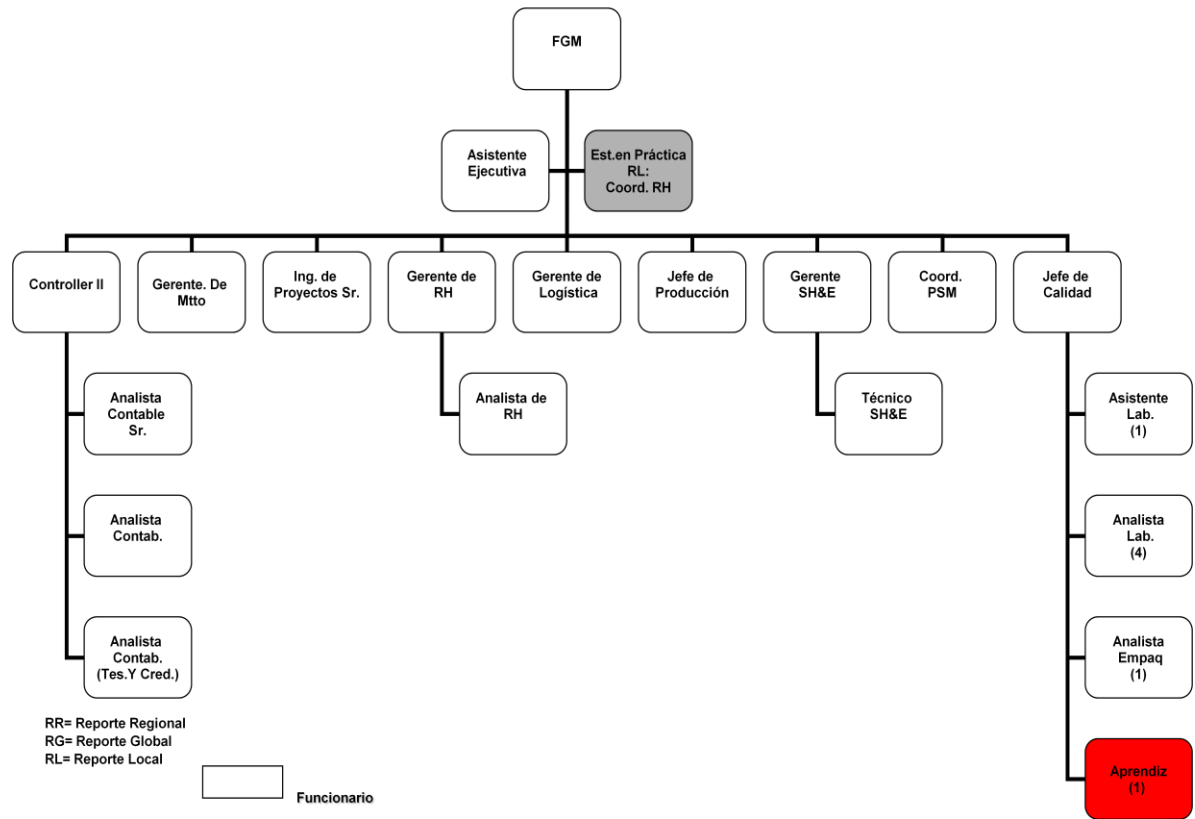
Ilustración 4. Godfrey Lowell Cabot. Dueño y fundador de Cabot Corporation.



Ilustración 5. Kennett Burnes

convirtiéndose en la única empresa que produce NEGRO DE HUMO en el país. En 1993 se cierran las operaciones de la planta de Cali y se amplió planta de Cartagena y desde Junio de 2000 el 100% de la compañía fue adquirida por Corporación Cabot.

1.3 ORGANIGRAMA DE CABOT COLOMBIANA.



1.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL NEGRO DE HUMO.

La operación se basa en un proceso de tipo continuo que realizan reactores de alta tecnología donde se obtiene el Negro de Humo como resultado de una Pirolisis Controlada. En el proceso se utiliza como materia prima básica el alquitrán aromático.

El producto es luego sometido a filtrado, molienda, granulado, secado y finalmente empacado en bolsas de polietileno para su posterior distribución.

El 90% de la producción se vende a la industria llantera donde su principal uso es el refuerzo de Cauchos Naturales y Sintéticos

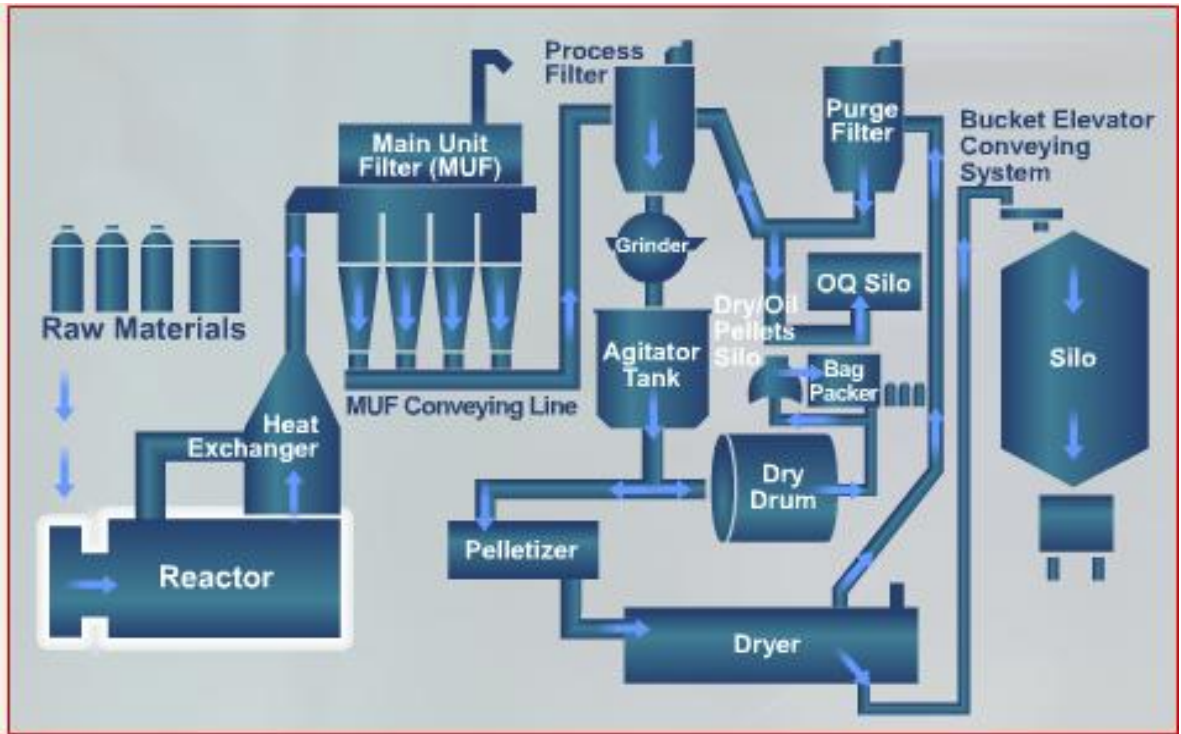


Ilustración 7. Proceso de manufactura del Negro de Humo.

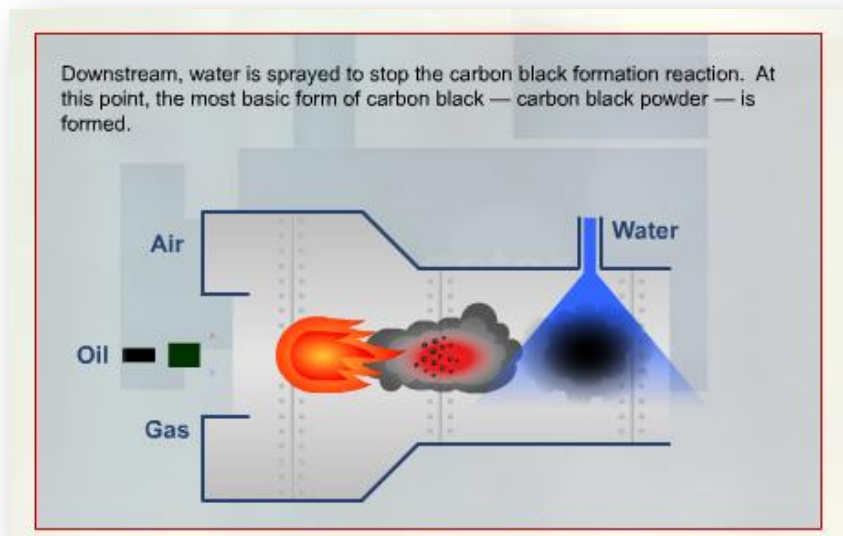


Ilustración 8. Zona de Reacción.

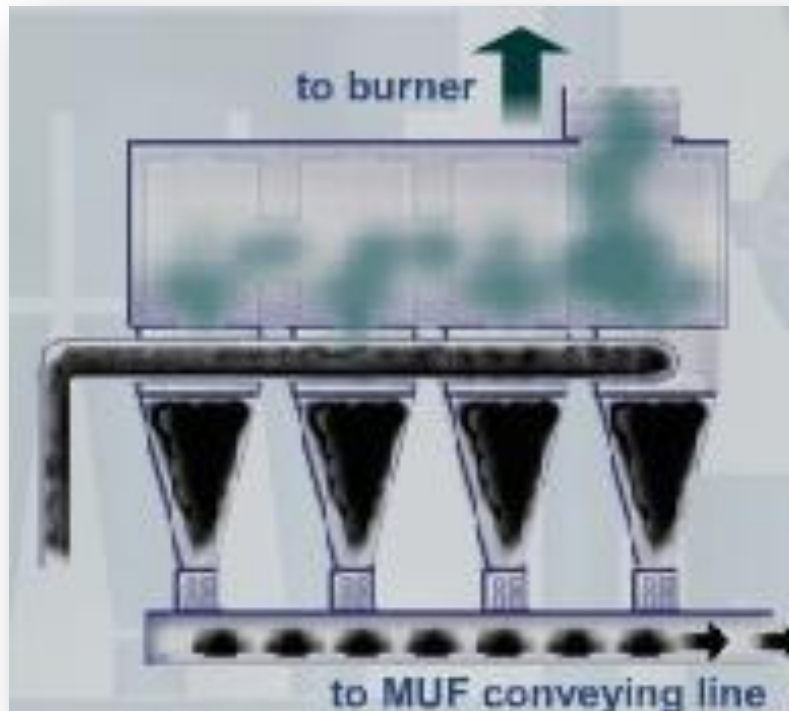


Ilustración 9. Zona de Filtrado

PROCESO DE QUEMADO DEL ACEITE CONSTA DE

- Eficiente y versátil
- Aceite aromático residual pesado
- Atomización/Inyección
- Combustión primaria
- Reactor protegido por refractario
- Alta Temperatura (1500o C) Cracking del Aceite
- Quenching (1000o C)
- Intercambiador de Calor
- Enfriamiento (250o C)

- Bolsas de Filtración
- Peletización.

CRECIMIENTO DE LA PARTICULA

- Temperatura de llama
- Flujo de Aire y Entrada de aceite
- Mayor temperatura/mayor área superficial
- Formación agregados (estructura).

2. MANTENIMIENTO EN CABOT COLOMBIANA.

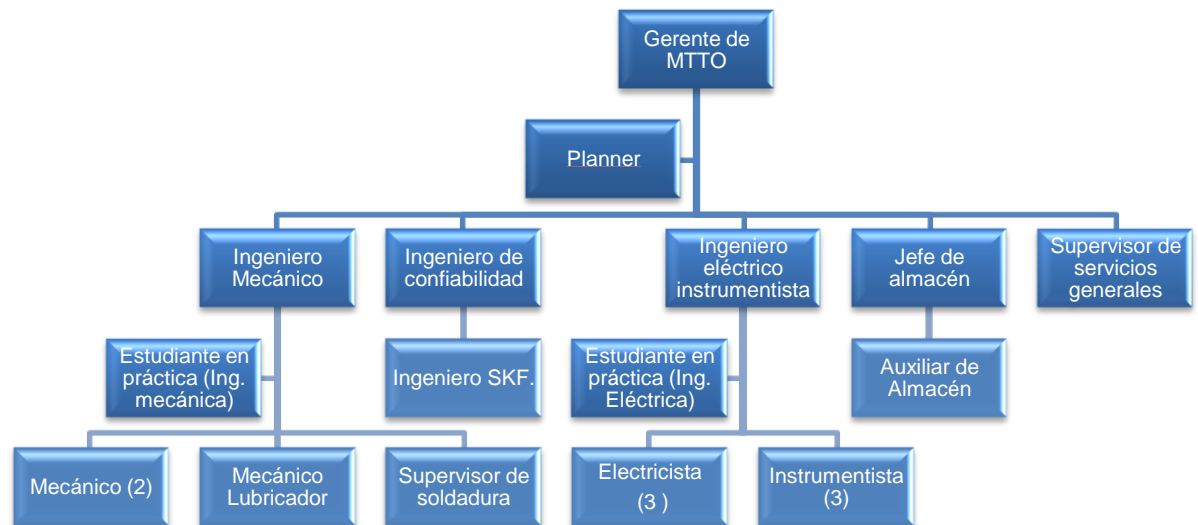
2.1. ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO.

En la figura abajo representa el organigrama del departamento de mantenimiento antes del año 2009, momento en que el impacto de la crisis económica la cual llevo a cambios organizacionales y obligo a la organización a trabajar con menos recursos.

Hubo una reducción de personal de 21 miembros a 12, es decir una reducción al 42.8% de la inicial, quedando el departamento de mantenimiento como se muestra en la figura abajo mostrada.

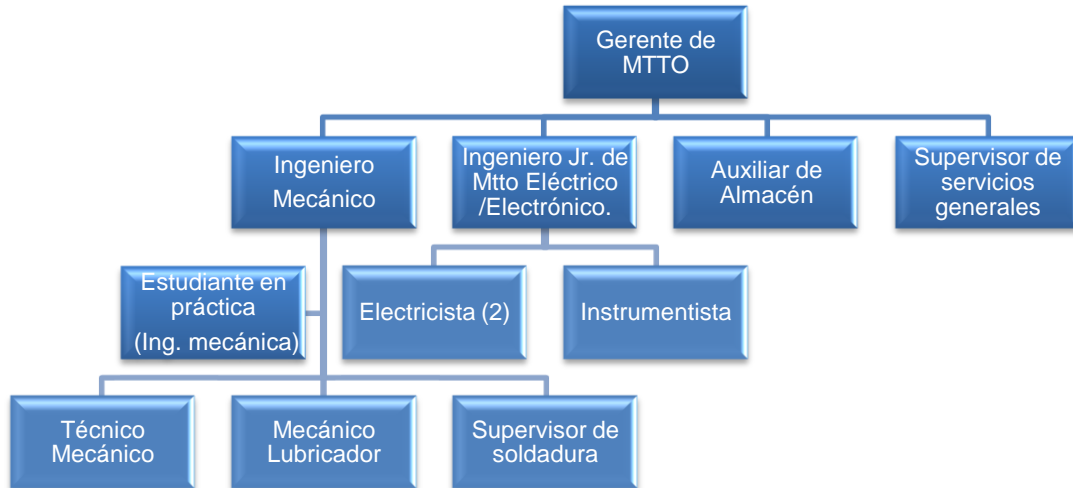
2.2. SITUACIÓN ACTUAL DE MANTENIMIENTO

Actualmente Cabot colombiana la estructura de la gerencia de mantenimiento fue modificada, como una respuesta a los cambios derivados de la crisis económica mundial y la incidencia de la inestabilidad de los precios del petróleo y cambios en el mercado de la industria automotriz.



Ante esta crisis y con el objeto de mantenerse competitivo y líder del mercado del Negro de Humo, Cabot Colombiana ha implementado un nuevo modelo

organizacional, el cual consiste que con menos recursos humanos y financieros, la planta no solo conserve los estándares de calidad, confiabilidad y excelencia sino que los supere. Esto ha implicando una reorganización interna del recurso humano en el mantenimiento y la operación mediante y por ende cambios en roles y técnicas de trabajo.



2.3 DEFINICIONES DE CONFIABILIDAD Y MEDICIONES.

Confiabilidad significa muchas cosas para las diferentes personas. Un ejecutivo corporativo puede solo importarle el costo del mantenimiento, como que tanto las ordenes son cumplidas. A una persona de marketing puede solo importarle la disponibilidad de la planta. A una persona de manufactura puede solo pensar en términos de la duración de la corrida.

Para crear un lenguaje común Cabot a desarrollado la siguiente definición de confiabilidad:

Una operación es confiable, si y solo si, la operación es disponible más que lo acordado en un número de días, con un máximo de upset. A un costo que el negocio puede acarrear.

Dentro de Cabot Confiabilidad consiste en tres componentes: Porcentaje de Downtime (DT), eventos de downtime (DTE) como medida de los contratiempos, y el costo total del mantenimiento.

Combinados, esas medidas crea el sentido de los objetivos y métricas de la efectividad que nuestra confiabilidad alcanza.

2.3.1 Porcentaje de Downtime (DT)

En negro de humo, el porcentaje de downtime es calculado por cada unidad de la planta. El DT es la relación del tiempo total menos el tiempo “on load” dividido en el tiempo total.

El tiempo total es el tiempo de interés, usualmente son los días calendario. El tiempo “on load” es el tiempo considerado desde que la materia prima este fluyendo por el reactor, sin importar la calidad del producto que se está produciendo.

Por ejemplo, durante los 30 días (total time) la unidad estaba “on load” por 28.5 días. El porcentaje de downtime es:

$$DT = \frac{\text{totalTime} - \text{onloadTime}}{\text{totalTime}} = \frac{30 - 28.5}{30} = 0.05 \Rightarrow 5\%$$

2.3.2 Downtime Events (DTE)

El DTE está establecido siempre y cuando la unidad esta “ off load”, intencionalmente o no intencionalmente. Los eventos de mantenimiento u operacionales son ambos incluidos. Nuestra tecnología está diseñada para operar continuamente.

Si una planta está sujeta a múltiples shutdown(salidas de servicio) menores a 5 minutos de la parada anterior, los eventos son combinados en un simple evento para efectos de tomar esta medida.

Los DTE para unidades individuales son promediados para calcular el DTE de la planta.

Por ejemplo, una unidad a experimentado los siguientes eventos “off load”

Event Number	Time OFF-LOAD	Time ONLOAD	Reason
1	00:00:00	00:15:10	Tip plugging
2	00:18:17	00:22:33	Tip plugging
3	00:25:55	00:45:28	Tip plugging
4	00:57:00	01:10:45	Tip plugging
5	01:15:35	01:17:00	High temperature

Los eventos 1,2 y 3 son combinados y tratados como un evento sencillo desde que ellos tengan la misma causa y que tengan lapsos menores de 5 minutos entre los eventos individuales.

El evento 4 no es combinado con los eventos 1, 2 y 3, desde que hayan pasado más de 5 minutos entre el final del evento 3 y el comienzo del evento 4.

El evento 4 no es combinado con el 5 .Sin embargo el tiempo es menor que los 5 minutos, pero la razón es diferente.

Ciertos códigos de downtime están reservados para causas especiales que con el consentimiento del director regional de Manufacturas pueden ser asignados y los downtime y eventos asociados con estos códigos serán ignorados con el fin de determinar el desempeño de la confiabilidad.

Algunos ejemplos de causas especiales aceptables incluyen climas extremos, pruebas de R&D, falta de materias primas y ciertas ejecuciones de TRIS. Estos códigos no deberían ser usados sin el consentimiento del director regional de manufactura.

El costo total de mantenimiento se obtiene del DataMart de Manufactura. Todos los gastos indirectos de cada punto se incluyen en el costo así como todos los gastos de mantenimiento. Las tasas de cambio se calculan sistemáticamente en el Datamart para proveer compatibilidad con otras medidas y una presentación consistente a la dirección.

Tomando en cuenta que los gastos de mantenimiento tienden a cambiar año a año, Cabot usa un promedio anualizado de los 24 meses previos para determinar el costo total de mantenimiento

2.3.3 Costo total de mantenimiento por unidad (PUC)

Para permitir la comparación entre unidades, se ha asumido que todas las unidades son iguales. Aunque ciertamente este no es el caso, Cabot tiene una idea específica de lo que debería ser la configuración de una unidad. En el pasado Cabot ha usado los gastos de mantenimiento como un porcentaje de los costos de reemplazo como una métrica de comparación. Esta es de por sí, una muy buena y aceptada idea de indicador de mantenimiento. Sin embargo, tomar los gastos como porcentajes de costos de reemplazo pasa por alto una consideración muy importante de la situación de Cabot, porque esta medida no tiene en cuenta “renovaciones” o demandas del negocio. Los hechos son:

- 2 Muchas de las unidades actuales nunca serán reemplazadas con la misma configuración de equipos, porque se puede obtener igual o mayor producción a un costo de capital más bajo

- 3 Debido a presiones del mercado, no se puede asumir que el costo de mantenimiento de configuraciones de equipos existentes es soportada por los márgenes.

Claramente Cabot necesita una métrica de costos que lleve a unos gastos de costos de mantenimiento y una cantidad apropiada de gastos por renovaciones.

De aquí, se decidió asumir, que todas las unidades son iguales y así fijar los objetivos correspondientes.

Para calcular el costo total de mantenimiento por unidad, el costo total de mantenimiento se divide por el número de unidades más 0.25. El número de unidades de una instalación se incrementa en 0.25 para compensar los gastos en administración y servicios públicos.

Por ejemplo, una planta de 2 unidades debería ser considerada como si tuviera 2.25 unidades y una planta de 4 unidades como si tuviera 4.25

BLUE BOX DE MANTENIMIENTO

Para proveer una comparación simple y fácilmente comunicable de las expectativas de rendimiento y progreso se dibujan 3 medidas de confiabilidad (DT, DTE y PUC, definidas anteriormente en una gráfica de 2 dimensiones, conocida como “el mapa de confiabilidad”).

Las metas globales de Cabot se incluyen en este mapa y generan las dimensiones de la “Blue Box”. La figura siguiente contiene un ejemplo de mapa de confiabilidad:

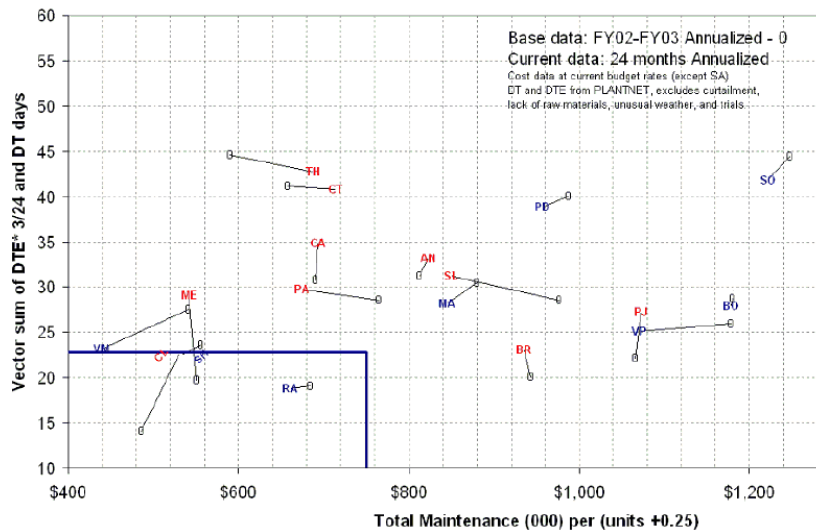


Ilustración 10. Ejemplo de mapa de confiabilidad

Ubicación de puntos en los ejes

Valores del eje X.

- Este es el mantenimiento total por unidad (PUC) como se describió anteriormente.

Valores del eje Y.

- Los valores se obtienen desde ASPEN (software traductor de señales de pulso a datos) ingresando a la consulta en http://gis/CB_DT. Esta tabla pivote contiene vistas preconfiguradas que contienen los datos “Blue Box” El usuario debe seleccionar el periodo de 24 meses de su interés. Estos datos se dividen por el número de unidades físicas en la planta y luego se divide en 2 para anualizar la información.

- El tiempo de inactividad y los eventos de tiempo de inactividad son independientes. (si fuera posible dibujar de manera que se leyera fácilmente en 3 dimensiones, el Blue Box se convertiría en el cubo azul.)
- Los eventos de tiempo de inactividad se calculan a 3 horas por evento, como por ejemplo en Octubre de 2003, la duración media de un evento fue de 2.52 horas y la duración promedio de un evento era 9.24 horas, con una desviación estándar de 44.99 horas. Un valor de 3 horas por evento se escogió arbitrariamente como factor de cálculo. Para convertir a días, multiplique los eventos por unidad por 3 y divídalos por 24.
- Convierta las horas de tiempo de inactividad por unidad a tiempo de inactividad en días por unidad
- Use el teorema de Pitágoras para sumar las variables independientes:

$$Y = \sqrt{\left(\text{Eventos} * \frac{3}{24}\right)^2 + \text{tiempodeinactividad}/24)^2}$$

Como se determina el Blue Box?

Eje X del Blue Box

- El costo objetivo de la Blue Box se basa en proyecciones de la habilidad de ganar del negocio negro del carbón. Se espera que los márgenes se reduzcan globalmente; por eso, en 2003 se estableció un objetivo de \$750.000 por unidad, para que se alcanzara a más tardar a finales de FY del 2006.
- Este valor objetivo es un promedio global. Los objetivos para cada plata se definen a través de discusiones con el Director Regional de Manufactura (RDM por sus siglas en inglés).

- Durante el 2004, los objetivos en Asia fueron por lo general más bajos que el promedio global, y los objetivos en norte América fueron un poco mayores que el promedio global.

Eje Y del Blue Box

- Durante el 2003, los objetivos se definieron para no más que 6% de tiempo de inactividad y no más de 50 eventos de tiempo de inactividad anuales. El cálculo resultante como sigue:

$$6\% * 365 = 21.9 \text{ días}$$

$$50 \text{ eventos} * 3/24 = 6.25 \text{ días}$$

$$Y = \sqrt{(21.9)^2 + (6.25)^2}$$

$$Y = 22.8$$

Comunicación: La información bruta del mapa de confiabilidad está incluida continuamente a través de Datamart y Plantnet. El mapa global de confiabilidad se actualiza y se distribuye mensualmente.

Two Plants End FY08 in the Blue Box

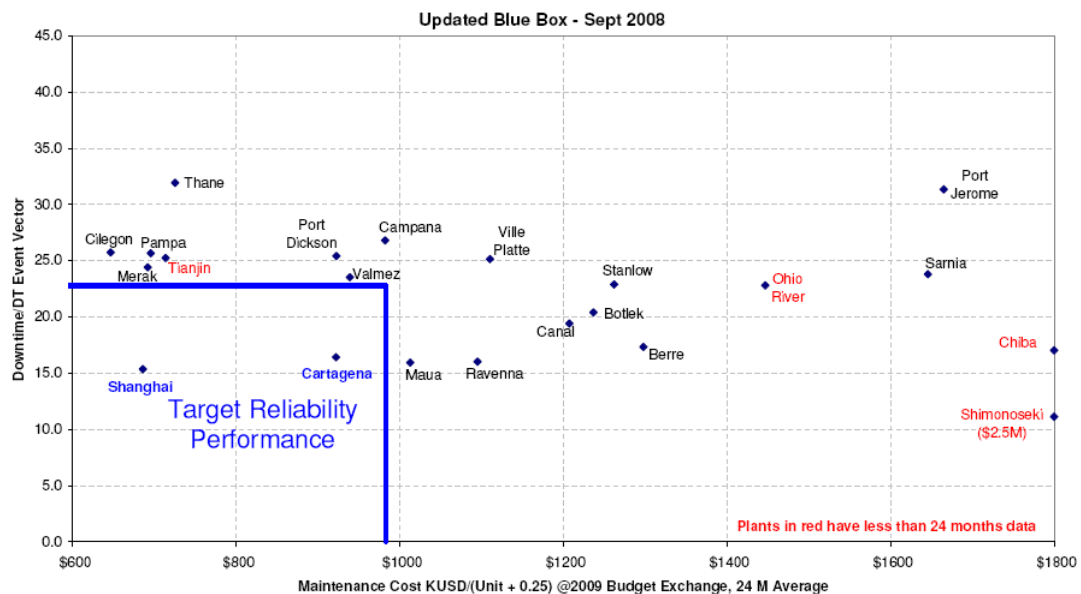


Ilustración 11. Blue box Septiembre de 2008

2.5 CARACTERIZACION DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Objetivo: Atender las necesidades de reparación de equipos y administrar y ejecutar las OT correctivas y de emergencia

	ENTRADA	QUE HACE	SALIDA
P L A N E A R	<ul style="list-style-type: none"> Requisición de OT 	<ul style="list-style-type: none"> Programa de mantenimiento reactivo o correctivo Programa de parada de planta 	<ul style="list-style-type: none"> Planes de trabajo correctivo
H A C E R	<ul style="list-style-type: none"> Planes de trabajo correctivo Requisición de emergencia Solicitudes de OT 	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución de OT correctiva Ejecución de OT de emergencia 	<ul style="list-style-type: none"> Equipos en condiciones aptas para trabajar normalmente

Responsable: Gerente de Mantenimiento

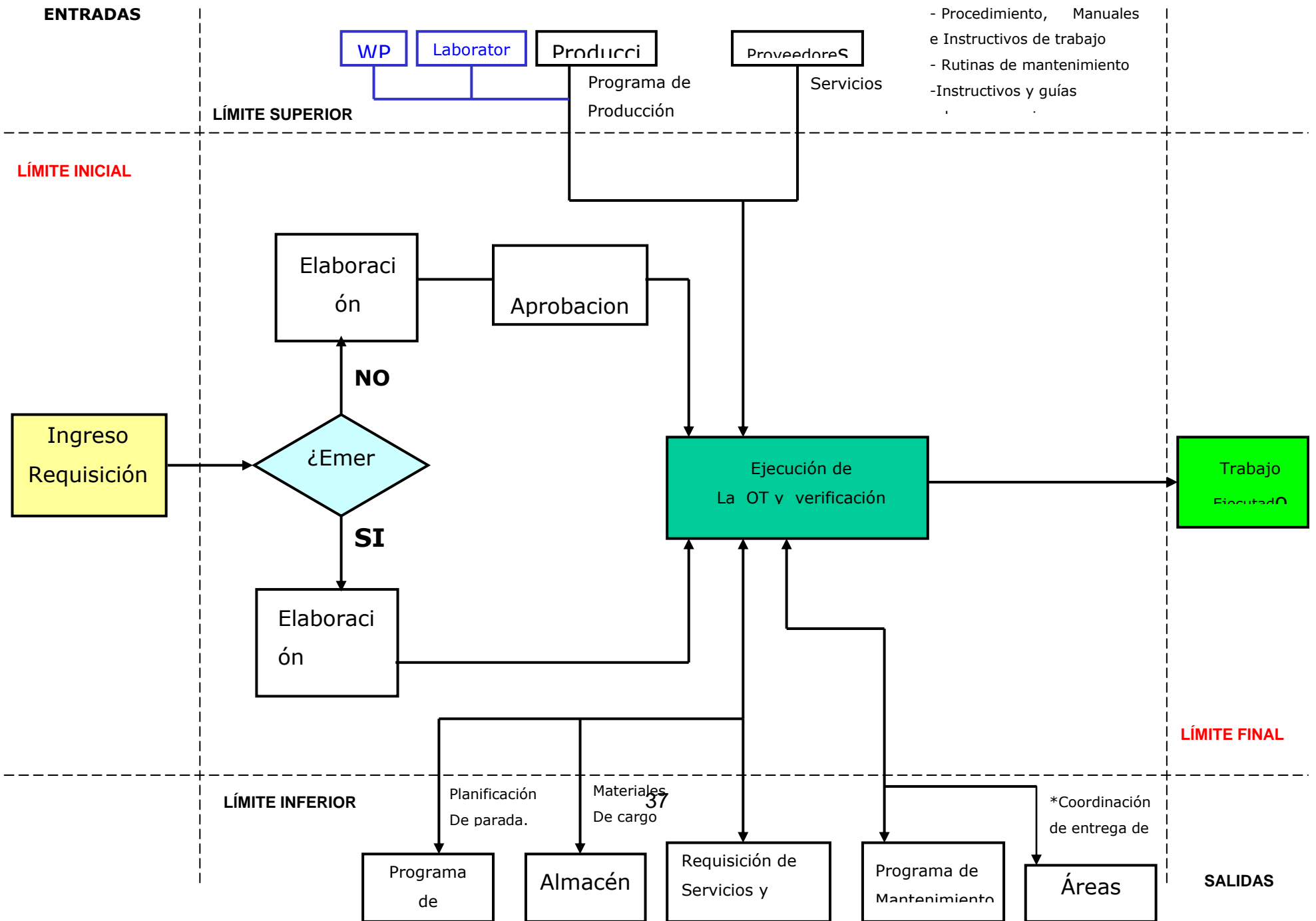
Procesos soportes: Gestion de recursos, Comunicaciones, Sistemas informáticos

Recursos: Ingenieros de ejecución, Supervisor de Servicios Generales, grupo de Mtto, Ingenieros de Soporte SKF, presupuesto, información, equipo, software.

VERIFICAR/**ACTUAR** **Medición/Seguimiento/indicadores:** Control de presupuesto **FY-09 KU\$, Up time FY-08 DT** , Control OT Mediante el JDE.**Documentación Aplicable:** Procedimientos de Mtto en Achiever plus.

Requisitos por cumplir: Sistema de Gestión de Calidad de CABOT COLOMBIANA S.A., Norma Internacional ISO 9001:2000 e **ISO 14001:2004**

Diagrama General de Proceso



2.6 CARACTERIZACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Objetivo: Garantizar la confiabilidad y disponibilidad de equipos e instalaciones para el proceso de producción y empaque del Negro de Humo.

	ENTRADA	QUE HACE	SALIDA
P L A N E A R	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maestro de equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Rutinas de inspección 	<ul style="list-style-type: none"> • Listado de rutinas • OT 's Predictivo • OT 's Preventivas
H A C E R	<ul style="list-style-type: none"> • Listado de rutinas • OT 's Predictivo • OT 's Preventivas • Recursos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución Rutinas • Ejecución OT preventivas • Ejecución OT predictivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos disponibles y confiables • Hojas de vida actualizadas

Responsable: Gerente de Mantenimiento

Procesos soportes: Gestión de recursos, Comunicaciones, Sistemas informáticos.

Recursos: Ingeniero de Reliability, Supervisor de preventivo, Ingenieros de ejecución, Supervisor de Servicios Generales, grupo de Mto, presupuesto, información, equipo, software, Ingenieros de Soporte SKF.

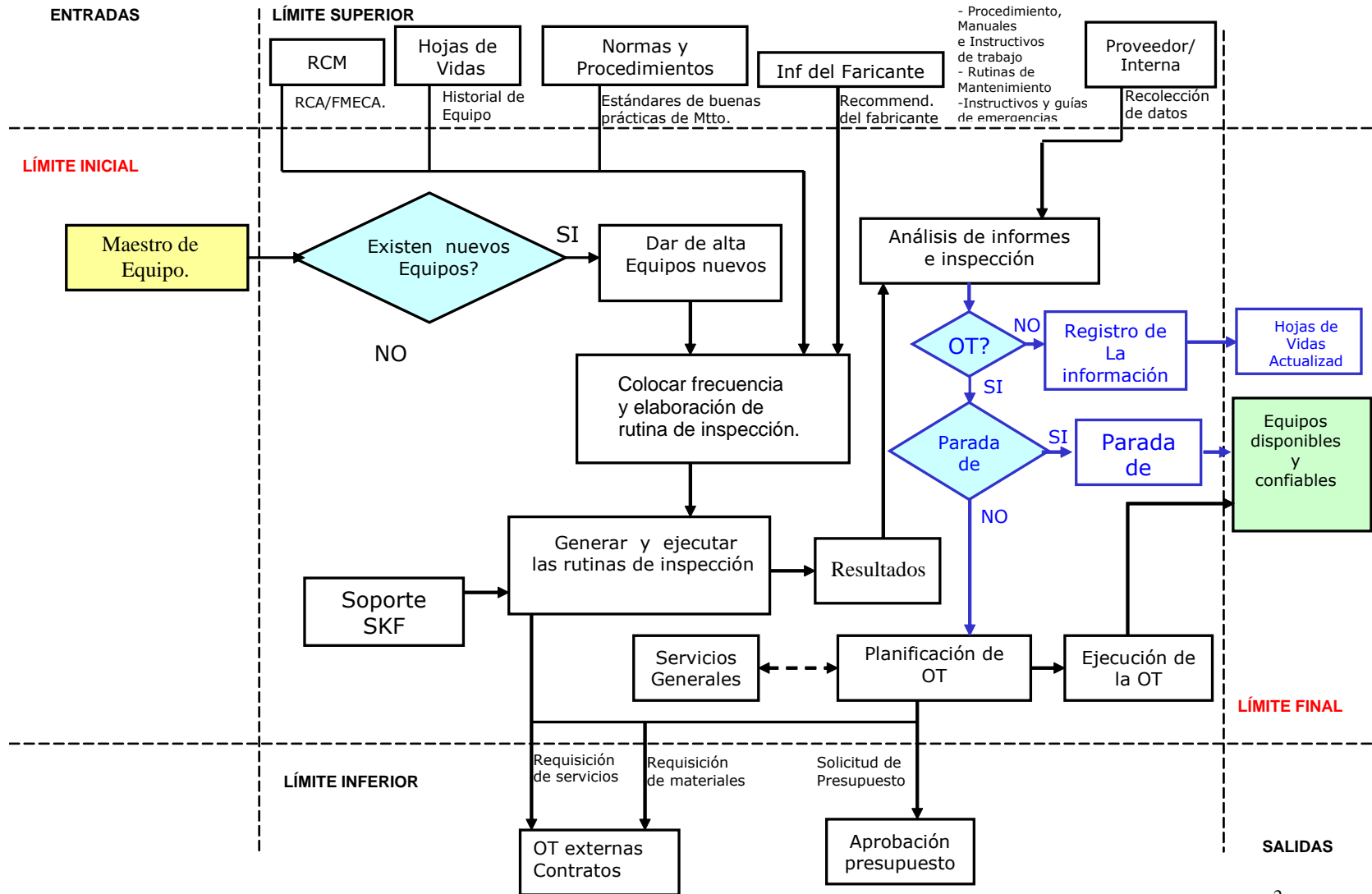
VERIFICAR/ACTUAR

Medición/Seguimiento/indicadores: Control de presupuesto [FY-08 KU\\$](#), [Up time FY-08 DT](#) , Control OT Mediante el JDE.

Documentación Aplicable: Procedimientos de Mto en Achiever plus.

Requisitos por cumplir: Sistema de Gestión de Calidad de CABOT COLOMBIANA S.A., Norma Internacional ISO 9001:2000 e [ISO 14000:2004](#).

Diagrama General del Proceso



2.7 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Cabot estableció 6 programas básicos a implantar en las plantas:

- Análisis de Vibración.
- Inspección térmica (Termografía).
- Análisis de lubricantes.
- Prueba de espesores a materiales (UT).
- Prueba de resistencia e Aislamiento.
- Inspección Visual.

2.7.1 Análisis de Vibración.

El análisis de vibración es una excelente herramienta para evaluar el estado de los equipos Dinámicos. Intentar este tipo de análisis es tomar acciones proactivas con el fin de evitar fallas catastróficas, así como de optimizar el tiempo entre giros. El análisis de Vibración identifica la existencia de desbalanceo en los equipos, desalineaciones, problemas de soporte de los rodamientos y otros problemas similares que pueden ser detectados mediante las vibraciones que se producen.

Cada planta debe determinar su propia frecuencia de prueba, basada en los equipos que están instalados específicamente. Después de seleccionar una frecuencia de pruebas inicial, cada planta debe evaluar esa frecuencia y ajustarla continuamente, tanto como sea necesario a través del proceso FMECA y la evaluación de registros históricos para determinar la frecuencia óptima. Los operadores deben verificar sus equipos en búsqueda de ruido anormal, vibración excesiva o calor, para prevenir que ocurran fallas catastróficas después.

Se usan varios tipos de medidores de vibración satisfactoriamente en plantas Cabot. Un medidor de vibración aceptable provee una medida de velocidad de vibración global. El medidor genera una figura simple que incluye defectos que se pueden presentar (por ejemplo, desbalanceo, desalineaciones, malos soportes de

los rodamientos, ofrece capacidad de grabación de información compacta, y requiere solamente unos pocos segundos para tomar una medida. Los parámetros usados en las medidas de ondas de vibración son desplazamiento, velocidad y aceleración. El desplazamiento tiende a enfatizar bajas frecuencias, la velocidad da igual énfasis a todas las frecuencias y la aceleración enfatiza en altas frecuencias. Un análisis de vibración es necesario para proveer información que corresponda a todos los tipos de fallas.

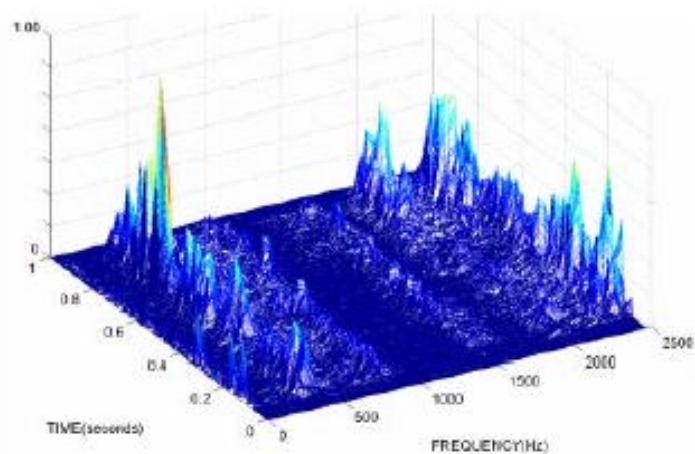


Ilustración 12. Ejemplo de registro de vibraciones.

Las tolerancias de vibración se pueden obtener de distintas fuentes: fabricantes de equipos (se prefiere esta información), estándar ISO 2372 (apéndice D-3), o como una compilación de cantidad adecuada de información de vibración de maquinaria similar.

La frecuencia de prueba a usar depende de una combinación de los equipos instalados específicamente, recomendaciones de fabricantes y experiencia de planta. La información obtenida de la encuesta GRT realizada entre las plantas de Cabot indica que se recomienda una frecuencia inicial de prueba de entre 15 y 30

días para equipos críticos y de entre 60 y 90 días para equipos que no son críticos.

El personal que realiza la recolección de la información de vibración debe estar entrenado para tomar todas las medidas en el mismo punto de una pieza en particular durante cada verificación. Puede ser personal contratista o de planta, dependiendo en la situación de cada lugar, pero en ambos casos requerirán entrenamiento.

La información obtenida durante las verificaciones periódicas debe ser guardada para análisis y seguimiento y el análisis de la información debe ser realizado inmediatamente después de la verificación de la vibración para planear mantenimiento correctivo.

Refiérase a los apéndices D-1 y D-2 para tablas que lo ayudarán con identificación de vibración en las maquinarias y motores AC respectivamente.

2.7.2 Inspección térmica (Termografía).

La Termografía Infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión.

Los ojos humanos no son sensibles a la radiación infrarroja emitida por un objeto, pero las cámaras termográficas, o de termovisión, son capaces de medir la energía con sensores infrarrojos, capacitados para "ver" en estas longitudes de onda. Esto nos permite medir la energía radiante emitida por objetos y, por consiguiente, determinar la temperatura de la superficie a distancia, en tiempo real y sin contacto.

La gran mayoría de los problemas y averías en el entorno industrial - ya sea de tipo mecánico, eléctrico y de fabricación - están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de temperatura con sistema de Termovisión por Infrarrojos. Con la implementación de programas de inspecciones termográficas en instalaciones, maquinaria, cuadros eléctricos, etc. es posible minimizar el riesgo de una falla de equipos y sus

consecuencias, a la vez que también ofrece una herramienta para el control de calidad de las reparaciones efectuadas.

El análisis mediante Cámaras Termográficas Infrarrojas, está recomendado para:

- Instalaciones y líneas eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Cuadros, conexiones, bornes, transformadores, fusibles y empalmes eléctricos.
- Motores eléctricos, generadores, bobinados, etc.
- Reductores, frenos, rodamientos, acoplamientos y embragues mecánicos.
- Hornos, calderas e intercambiadores de calor.
- Instalaciones de climatización.
- Líneas de producción, corte, prensado, forja, tratamientos térmicos.

Las ventajas que ofrece el Mantenimiento Preventivo termografico son:

- Método de análisis sin detención de procesos productivos, ahorra gastos.
- Baja peligrosidad para el operario por evitar la necesidad de contacto con el equipo.
- Determinación exacta de puntos deficientes en una línea de proceso.
- Reduce el tiempo de reparación por la localización precisa de la Falla.
- Facilita informes muy precisos al personal de mantenimiento.
- Ayuda al seguimiento de las reparaciones previas

En las siguientes imágenes se muestran ejemplos de dichos análisis con sus conclusiones, donde constataremos la utilidad de este tipo de análisis predictivo.

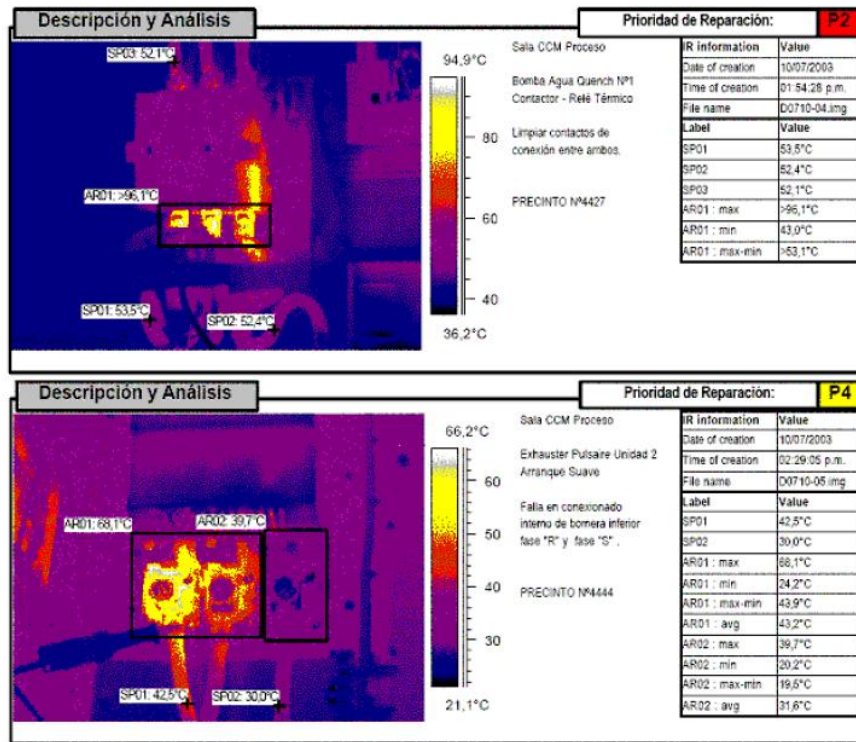


Ilustración 13. Evaluación de problemas tipo eléctrico por medio de termografía.

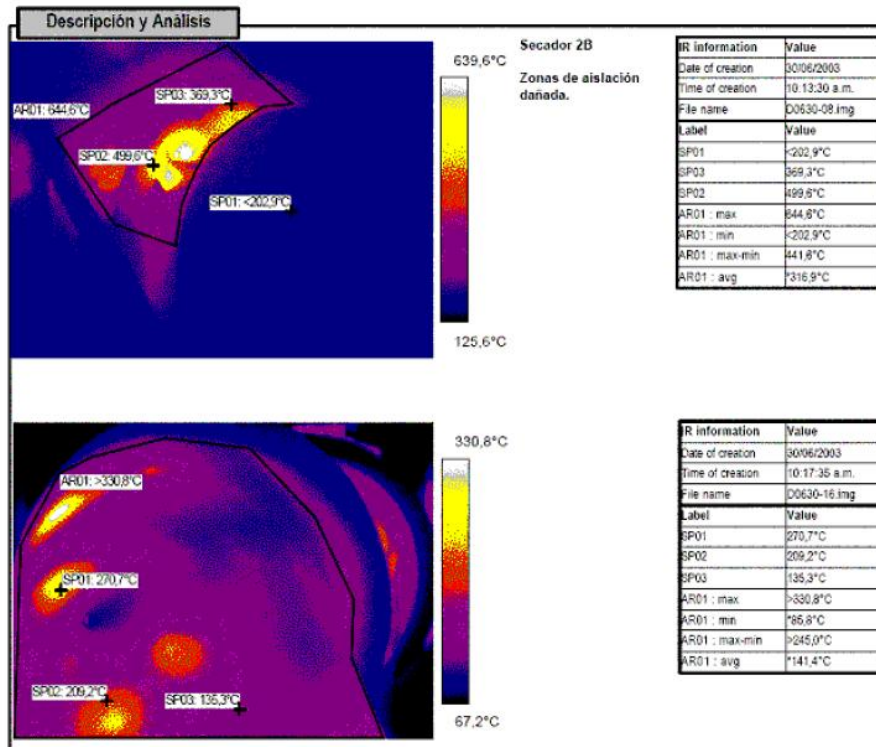


Ilustración 14. Evaluación de fallas en aislamiento mediante un análisis termografico.

2.7.3 Análisis de lubricantes.

Estos se ejecutan dependiendo de la necesidad, según:

Análisis Iniciales: se realizan a productos de aquellos equipos que presenten dudas provenientes de los resultados del Estudio de Lubricación y permiten correcciones en la selección del producto, motivadas a cambios en condiciones de operación

Análisis Rutinarios: aplican para equipos considerados como críticos o de gran capacidad, en los cuales se define una frecuencia de muestreo, siendo el objetivo principal de los análisis la determinación del estado del aceite, nivel de desgaste y contaminación entre otros

Análisis de Emergencia: se efectúan para detectar cualquier anomalía en el equipo y/o Lubricante, según:

- Contaminación con agua
- Sólidos (filtros y sellos defectuosos).
- Uso de un producto inadecuado

Equipos que Cabot realiza análisis de aceite.

- Transformadores de más de 200 KVA
- Equipos con capacidad de aceite mayor de 100 litros.
- Equipos rotativos críticos (por ejemplo :Turbinas)

Este método asegura que tendremos:

- Máxima reducción de los costos operativos.
- Máxima vida útil de los componentes con mínimo desgaste.
- Máximo aprovechamiento del lubricante utilizado.
- Mínima generación de efluentes.
- En cada muestra podemos conseguir o estudiar los siguientes factores que afectan a nuestra maquina

- Elementos de desgaste: Hierro, Cromo, Molibdeno, Aluminio, Cobre, Estaño, Plomo.
- Conteo de partículas: Determinación de la limpieza, ferrografía. Contaminantes: Silicio, Sodio, Agua, Combustible, Hollín, Oxidación, Nitración, Sulfatos, Nitratos.
- Aditivos y condiciones del lubricante: Magnesio, Calcio, Zinc, Fósforo, Boro, Azufre, Viscosidad.
- Gráficos e historial: Para la evaluación de las tendencias a lo largo del tiempo.

2.7.4 Prueba de espesores a materiales (UT).

La prueba de medición de espesores por Ultrasonido (UT) es un procedimiento de inspección no destructiva de tipo mecánico, que se basa en la propiedad de impedancia acústica de los materiales, la que se manifiesta como el producto de la velocidad máxima de propagación del sonido entre la densidad de un material.

Para ello se coloca sobre la superficie del material o elemento a inspeccionar un palpador de tipo normal (90°), mediante este elemento se hacen pasar ondas a alta frecuencia 20KHz, que son transmitidas al material, y al circular estas ondas sobre la superficie inician a propagarse sobre la superficie próxima al alcance y nivel de penetración de las ondas (Esto previamente calibrado sobre el equipo), en cada discontinuidad, defecto localizado o simplemente espesor del material, estas ondas son reflejadas y recibidas por el palpador para finalmente ser mostradas y medidas en el equipo de realización de esta prueba, acorde a los criterios dados por normas NDT (ASME, API, ASTM) se realiza la evaluación y valoración de dichas indicaciones.

Abajo se muestra las frecuencias de típicas de muestreo para los equipos de Cabot.

Equipment	Frequency
Main unit filter, process filter, and purge filter	Before changing filter bags
Tail gas ducts, boilers, and dryers	Every 2 years
Steam and high pressure air pipelines	Every 3 years
Stacks, raw material tanks and pipelines, and silos	Every 5 years
Low pressure air and water pipelines	Every 6 years

Ilustración 15- Frecuencias de típicas de muestreo de CABOT para sus equipos

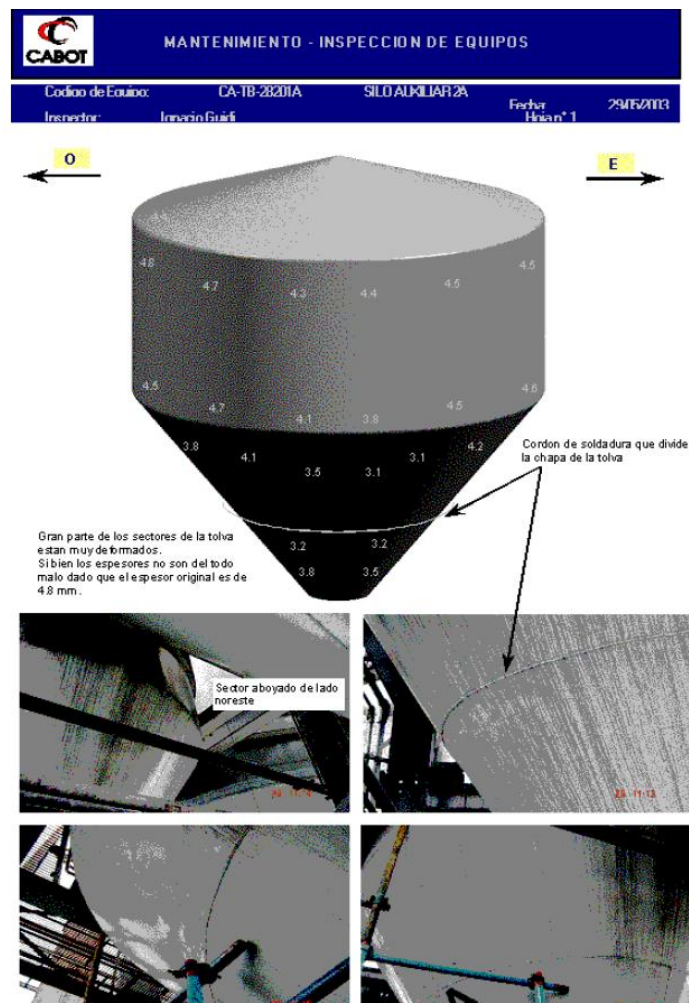


Ilustración 16. Ejemplo de registro de espesores en Cabot.

2.7.5 Prueba de resistencia e Aislamiento.

Aislamiento y la prueba de resistencia proporciona una manera de evaluar el estado de aislamiento de equipos eléctricos como motores y transformadores, y de resistencia con respecto a la tierra de tanques de materias primas y otros tipos de equipos similares. Es útil para identificar y prevenir problemas debido a la ruptura del aislamiento y a la resistencia con respecto a la tierra. Pruebas de aislamiento pueden también evitar fallas eléctricas repentinas debido a la ruptura del aislamiento entre fases y puede minimizar o evitar posibles riesgos eléctricos.

Los operadores deben comprobar las mediciones de equipos y control, buscan signos de discontinuidad de aislamiento en motores y transformadores (es decir, las variaciones de la corriente eléctrica, aumentos de la temperatura, olores de quema, etc.). Los operadores también deben comprobar sistemas de puesta a tierra para los tanques de materias primas, los cuales se les deben revisar para conexiones sueltas, oxidación, etc.

La resistencia debe ser 1000 ohm/voltios o superior. Comprobaciones de aislamiento en equipos eléctricos, tales como motores y transformadores, deben realizarse durante las paradas programadas.

Aislamiento de prueba en el equipo que los vertidos de electricidad estática a tierra debe programarse cada tres años. Equipo que los vertidos de electricidad estática a tierra debe tener una resistencia de toma de tierra de ohm 10 o inferior, para minimizar los riesgos eléctricos debido a la electricidad estática.

Todos los datos que se recopilan durante el aislamiento y la resistencia se deben almacenar pruebas para apoyar el seguimiento de las condiciones de los equipos. El análisis de estos datos ayudará a definir, por ejemplo, cuando reconstruir las bobinas de un motor o transformador y es fundamental para la prevención de condiciones peligrosas debido a problemas con la descarga a tierra.

2.7.6 Inspección Visual.

La inspección visual es la actividad más común en un programa de mantenimiento predictivo (PdM). Se a veces puede requerir consideraciones especiales, tales como evaluar aislamiento o refractarios,

La Inspección visual es útil para detectar fugas, grietas, deformaciones, vibración excesiva, etc. y es uno de los más importantes y de las herramientas mas baratas disponibles para mejorar el control sobre los equipos.

Es vital que todo el personal está involucrado en el uso y el desarrollo continuo de la inspección visual.

Inspección visual debería ser realizada principalmente por operadores que han recibido una formación específica para esta función ,ya que ellos estan en permanente contacto con el equipo y deben ser capaces de detectar cualquier anomalía inmediatamente.

Cada planta de Cabot debería elaborar una check list específico de cada sitio para facilitar la inspección visual ya que todos los equipos de planta deberán ser visualmente inspeccionados por lo menos una vez al mes .

Información obtenida de inspecciones visuales se debe almacenar en el archivo de historia de activos , con el fin de facilitar el seguimiento con respecto a la evolución de las condiciones de los equipos.

El análisis de la información debe ser realizado inmediatamente después de una inspección visual, con el fin de corregir cualquier problema detectado durante la revisión.

Work Order Number 296565 Parent W.O. No: 00296565
Description MONTHLY VISUAL INSPECTION
Symptoms MONTHLY VISUAL INSPECTION
Equipment Number : CA-GA-00303C Bomba Siderar
Business Unit : 11404420 Raw Matertal Handling
Current Status : 50 APPROVED
Plant : CA CAMPANA **Originator :** 10479 Ariel Antonio Gamboa
Area : 20 OPERATING MAINTENANCE **Supervisor :**
Sub Area : 7K RAW MATERIAL HANDLING **Primary Technician :**
Equipment Class : 515 PUMP **Secondary Technician :**
Criticality :

Service Type P System Generated (PM) Orders **Requested :** 15/05/04
Priority 3 Within a Week - Default **Start Date :** 15/05/04
Planned Complete : 15/05/04

Estimated Hours : **Branch :** 11401200 Branch Plant - Maintenance
Estimated Total Cost : **Job Plan :** PMCA515INSP011 INSPECCION VISUAL MENSUAL

..... Media Object

INSPECTION EVERY 30 DAYS

- 10 - Verify internal noises
- 20 - Verify bow's pump condition
- 30 - Verify defense condition
- 40 - Check paint status
- 50 - Check cleaning status
- 60 - Verify pump's support to the ground
- 70 - Verify support status
- 80 - Verify seal's leaks
- 90 - Verify joint leaks
- 100 - Verify piping support
- 110 - Verify coupling noises
- 120 - Check for raw material leaks in filters
- 130 - Verify filter status

Ilustración 17. Ejemplo de una orden de trabajo de inspección visual.

2.8 ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (RCA) EN CABOT.

El RCA es una herramienta para mejorar la confiabilidad, la calidad y la seguridad. Mediante una metodología para analizar fallas y determinar su causa(s) raíz.

Este es el primer paso crítico en la eliminación de eventos no programado, con la ayuda de tormentas de ideas.

El RCA es de gran importancia debido a que:

- La causa obvia no es siempre la causa verdadera.
- La corrección de los síntomas de un problema mayor no reduce la posibilidad de que éste se repita.
- La experiencia combinada y observaciones de varias personas, proporcionan un amplio discernimiento que no sería posible con el aporte de una sola persona.
- El encontrar la causa raíz nos permite identificar los recursos más efectivamente, para corregir el problema.

¿Cuándo se emplea el RCA?

- Cuando se presentan fallas crónicas (repetitivas), tales como fallas de equipos (generalmente problemas de mantenimiento).
- Cuando se presentan fallas esporádicas (una vez), tales como paradas de emergencia, incendios, explosiones, muertes, lesiones importantes, o fallas graves poco frecuente en los equipos.
- Oportunidades para identificar las deficiencias en los programas de entrenamiento y procedimientos operativos.

A continuación mostraremos el diagrama de flujo necesario para hacer un RCA

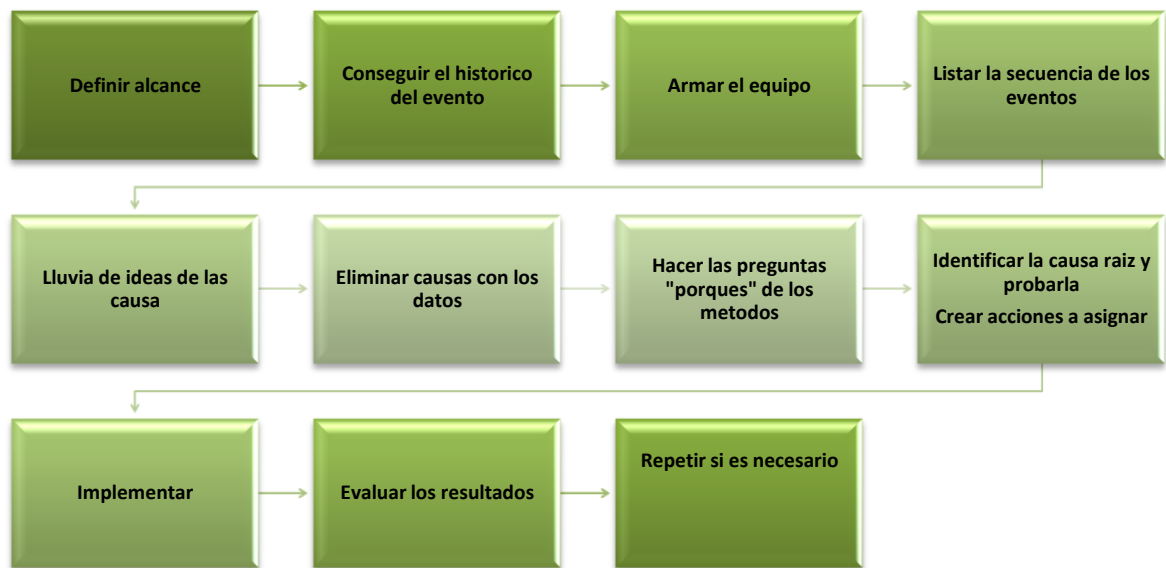


Ilustración 18. Diagrama de flujo RCA.

Para la planeación una reunión RCA (Pre-meeting), se debe definir alcance del análisis y se debe tener claro el “qué, donde, cuanto?” del evento, Cuál es el beneficio potencial de este RCA? y los beneficios justifican el esfuerzo de realizar un RCA?

Para esto se deben recoger los datos históricos del evento obtenidos del process data (Aspen, op. logs, equip. history), además se debe identificar la secuencia de los eventos y los cambios que hayan hecho al sistema en el pasado, mediante la revisión de cartas de flujo, procedimientos de trabajo ETC.

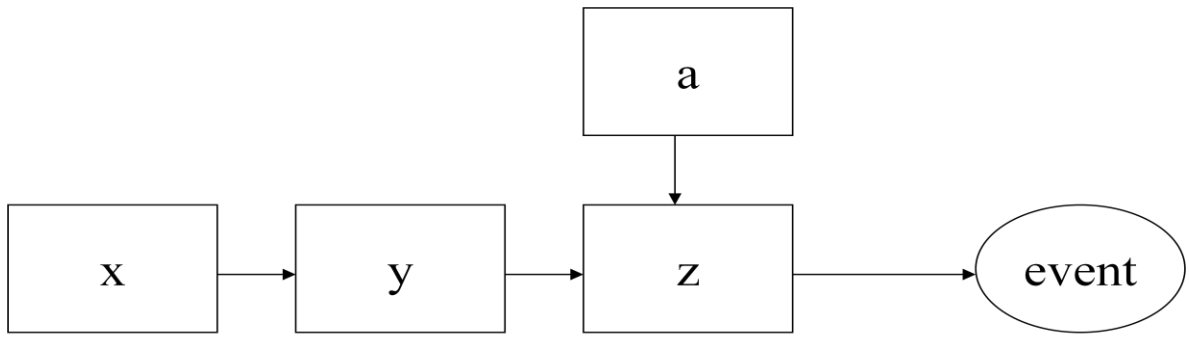


Ilustración 19. Diagrama de flujo previo al evento.

Utilizando el diagrama del pescado, haga una tormenta de ideas de observaciones y eventos.

A las Raíces se llegan preguntando el “por que?” de las causas claves. Haga una lista de las respuestas. Repita la misma pregunta para cada caso en varias etapas (como quién pela una cebolla).

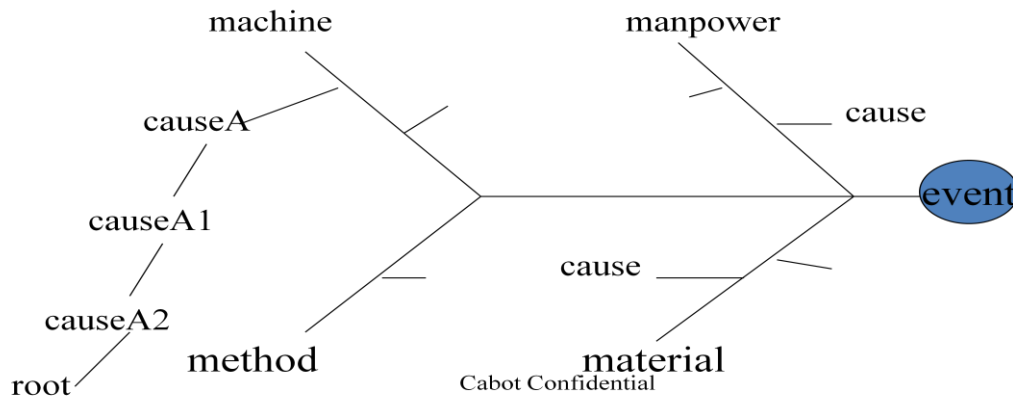


Ilustración 20. Diagrama espina de pescado.

Cuando usted va hasta el fondo de un diseño o de un asunto procedimental/operacional, generalmente tropieza con una “raíz”.

- Equipo RCA
- El equipo RCA, por lo regular, podrá incluir:

- Un operador familiarizado con el proceso operativo
- Un técnico (si se trata de equipos mecánicos, eléctricos, o de instrumentación)
- Un supervisor de primera línea
- Un ingeniero (químico, eléctrico, mecánico, o de otra especialidad)
- En ocasiones incluye especialistas tales como metalúrgicos, inspectores, especialistas de proceso, especialista de equipos rotativos, o proveedores
- Por lo menos una persona que ignora los eventos de fallas y sirve como crítico constructivo o abogado del diablo.
- Comunicación de los Resultados y las Recomendaciones
- Comunicar los resultados ha constituido el paso esencial al documentar los hallazgos en las investigaciones de RCFA y las recomendaciones asociadas con ello. Estos hallazgos se deben analizar con el personal apropiado y pueden requerir de reuniones con la gerencia.
- Un informe formal por lo general ayuda a obtener compromiso de la gerencia a resolver las fallas concentrándose en las causas raíz determinadas en la investigación.
- El costo de implementar los resultados se debe comparar frente al costo de la falla.
- Seguimiento a los resultados
- Parte de la responsabilidad del facilitador es analizar la implementación de las recomendaciones y realizar el seguimiento de su ejecución, los resultados pueden ser comparados y medidos con reducción en los costos de mantenimiento, mejoramiento en las ratas de producción y reducción de las ratas de fallas, etc .

CABOT		ROOT CAUSE ANALYSIS REPORT		No.
EQUIPMENT:		FAILURE DATE:		HOURS LOST PRODUCTION
FAILURE DESCRIPTION:				
IMMEDIATE ACTIONS TAKEN (since time of failure):				
APPARENT CAUSES (man, material, machine, method):				
ROOT CAUSES (design or procedure):				
PREVENTATIVE ACTION:		WHO:		DUE DATE:
RCA DATE:	Reviewed By:	RCA Team:		
RESULTS: (6 month followup)				

Ilustración 21. Reporte resumen típico

2.9. SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO JDE.

JD Edwards EnterpriseOne Capital Asset Management de Oracle es una visión completa de todo el sistema de cómo se están gestionando los activos en cada departamento individual. La aplicación ofrece en tiempo real visibilidad de los activos en toda la empresa, suministrando la información que necesita para la toma rápida de decisiones.

Con Capital Asset Management, se puede hacer un compendio de los costos en todos los departamentos para determinar qué tan bien está funcionando su jurisdicción contra los presupuestos generales.

Con este software se puede hacer un seguimiento significativo de indicadores clave de rendimiento (KPI), tales como la utilización de activos, el porcentaje de reparaciones de emergencia, y los inventarios de partes vigentes, para asegurarse de que sus activos se mantengan adecuadamente y se aprovechen al máximo. Y como Capital Asset Management se integra con las aplicaciones en toda la empresa, desde la gestión financiera y de proyectos hasta adquisiciones y mano de obra, usted puede coordinar procesos y mejorar la eficiencia operativa.

2.9.1 Utilización de activos y gestión del ciclo de vida.

Recopilar y analizar información de los activos puede llevar mucho tiempo, y la situación se intensifica a medida que se comienzan a manejar los recursos en múltiples departamentos.

JD Edward tiene una forma simplificada de mantener la información de toda la empresa con respecto al costo total y beneficio de la propiedad.

Capital Asset Management le proporciona acceso instantáneo en línea para contabilizar valores, utilización, ubicación, depreciación y los costos corrientes para cada bien que usted posee. Ahora mantener un inventario físico de los bienes cuando son transferidos a otras organizaciones o lugares se simplifica. Con

Capital Asset Management, siempre sabrá qué activos tiene, y cuánto cuesta en última instancia, tenerlos y que se mantengan.

2.9.2 Optimización de inventarios.

Capital Asset Management le ayuda a optimizar su inventario actual de las piezas de repuesto y automatizar reordenes cuando las existencias bajen ofreciendole una visibilidad clara de los inventarios de toda la empresa. El software también puede ayudarle a gestionar proactivamente sus activos para evitar interrupciones costosas. Puede utilizar la herramienta para incorporar estrategias de mantenimiento en sus operaciones, tales como activación de los trabajos de mantenimiento preventivo basado en niveles de uso, para minimizar el tiempo de caída de equipo y mejorar la productividad.

Además, mediante el uso de JD Edwards sirve para supervisar la utilización de activos en toda la empresa, Se puede detectar rápidamente tendencias y desplazar recursos subutilizados de un departamento a otro. De esta forma, puede evitar la compra de equipos redundantes y, a su vez, aprovechar al máximo los activos que tiene a mano

Este software ayuda a mejorar su habilidad para planificar y predecir Gastos de Capital, a pesar de que los equipos individuales dentro de su jurisdicción tienen fondos destinados a sus necesidades particulares, todos los gastos en última instancia, van a un presupuesto maestro. Y con la disminución de dinero por pago de impuestos, tiene que aprovechar hasta el último centavo.

JD Edward ayuda a determinar las necesidades de activos a escala de toda la empresa, reuniendo las solicitudes de piezas de repuesto y las compras de equipos en toda las jurisdicciones. De esta manera, usted tiene un agudo sentido de lo que se necesita y cuándo, y pueden trabajar sobre estos gastos en su presupuesto de manera adecuada. Lo mejor de todo, teniendo una visión completa

de las necesidades de activos usted puede aprovechar economías de escala. Al consolidar los pedidos e incrementar las cantidades de compras, se encuentra en una mejor posición para negociar precios favorables de los proveedores.

Reducir los costos mientras se mejoran procesos

. Capital Asset Management también puede ayudar a los administradores a simplificar las tareas comunes en todos los departamentos, por ejemplo, convertir la frecuencia de cambios de aceite en operaciones más estandarizadas y controladas.

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.

En CABOT el mantenimiento autónomo se está implementando por medio de un programa llamado OAC (Operator Asset Care), significa “Cuidado del Equipamiento por el Operador”, este programa busca hacer que los operarios o empleados sean los dueños de sus equipos de trabajo, y cuiden de ellos, conociendo siempre más de sus posibles fallas, auxiliando y solicitando el Mantenimiento más adecuado, proponiendo mejoras y manteniéndolo siempre en el mejor estado de limpieza y de organización posible.

Los operadores están íntimamente involucrados con el proceso de manufactura de Cabot las 24 horas del día; consecuentemente, pueden a menudo detectar problemas mucho más rápido que lo que podría el personal de mantenimiento. Para tomar ventaja de este conocimiento es crítico identificar y desarrollar entre el personal de operaciones una cultura de “Propiedad del proceso” en todas las instalaciones de Cabot.

Mientras este concepto ha sido iniciado en muchas de las instalaciones de Cabot en muchas otras la clasificación del trabajo y los factores de niveles de responsabilidad que aún prevalecen pueden convertirse en barreras a su implementación. Si bien se acepta que el ritmo y el alcance de desarrollar un “Propiedad del proceso” variará entre las distintas instalaciones, las estructuras organizacionales deben empezar a exigir que los operadores de procesos

efectúen rutinas de inspección simples, monitoreo y tareas de mantenimiento como parte de la especificación de su trabajo.

Como parte del programa de mejoramiento continuo, se recomienda que formalmente cada instalación desarrolle o expanda si aplica una estrategia que alcance estos objetivos agresivamente:

- El cuidado de Activos del operador (OAC) se reconoce como parte fundamental de los requerimientos de trabajo
- Las tareas comunes se desarrollan para habilitar un enfoque más formal al monitoreo de desempeño y operación de los equipos claves, concentrándose en aquellas áreas donde se puede alcanzar el mayor beneficio. Esto incluye la participación del operador en los grupos de Análisis de Causa Raiz (RCA) y/o modo de fallo y, Análisis de efecto y criticidad (FMECA).
- Los procedimientos se ponen en marcha para evaluar formalmente, de manera regular, la competencia del personal operativo para desarrollar estas actividades.
- Las políticas de reclutamiento avanzadas se implementan para soportar los cambios requeridos en capacidades, y a largo plazo, preparar el terreno para adoptar estructuras de pago que reflejen las responsabilidades, habilidades y rendimiento a nivel mundial.
- Se define un periodo de tiempo sobre el cual las habilidades de los “equipos de producción” tradicionales se elevan para abarcar los aspectos típicos del mantenimiento de Nivel 1, equipos de vigilancia, detección temprana de fallas, realizar actividades de mantenimiento preventivo (PM), lubricación, resolución de problemas simples, inspección y reportes.

La siguiente lista describe algunas de las tareas típicas de operadores:

Detección:

- Supervisando el rendimiento del equipo usando las 5 variables de sentidos

Uso de equipos de monitoreo de condiciones (Sensores de vibración, Pruebas NDT, etc)

- Realizando chequeos diarios
- Descubriendo rápida y oportunamente y reportando desviaciones correctamente.

Corrección.

- Aumentar las ordenes de trabajo oportunamente si está más allá del “cuidado del activo”
- Tomara medidas correctivas mínimas (por ejemplo, el reemplazo de piezas simples, hacer los ajustes, etc.)
- El tratamiento de la desviación.
- Ayudar en situaciones de emergencia.

Prevención

- Mantener limpios los equipos
- Uso procedimientos operacionales de Mejores
- Grabación de datos de las desviaciones
- Realización de pequeñas reparaciones y ajustes (por ejemplo, apretar los pernos, etc.)
- Finalización de rutinas de lubricación
- Calibración de instrumentos especificados
- Realización de pruebas de rutina de los equipos en espera
- Cambio de los manómetros e indicadores de temperatura, etc.

Con la aplicación de RCA formal y los procesos OAC, después de 7 años, se pueden realizar importantes ahorros de costos a través de la reducción de gastos

de mantenimiento innecesarios. Estos procesos también serán dos de los pilares que permitirán a Cabot alargar los tiempos entre giros de mantenimiento. La siguiente es una lista de las tareas que deben ser asociados con cada nivel de OAC alcanzado por la planta

3. ANÁLISIS DOFA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE CABOT COLOMBIANA.

3.1 DEBILIDADES

Estratégica

1. Deficiencia en el dominio de los idiomas extranjeros (ingles) en el grupo técnico, dificulta al técnico documentarse y obtener información de base de datos corporativa de mejores prácticas y lecciones aprendidas que le ayude a resolver problemas cotidianos y a tener independencia técnica.
2. La planta de Cartagena posee la menor capacidad de producción anual de todas las plantas de Latinoamérica, lo cual genera en el orden de prioridades de inversión del mantenimiento menor asignación presupuestal.
3. La planta de Cartagena tiene 45 años haber iniciado operaciones y el 70% de los equipos tiene más de 35 años de trabajo.
4. El grupo técnico de mantenimiento tiene baja habilidad en el manejo de computadores. Son mayores de 42 años en promedio

Organizacional

5. Grupo técnico de mantenimiento reducido, incrementándose el número de tarea por técnicos.
6. Deficiencia en el trabajo mancomunado con los departamentos de proyectos y procesos.

7. Baja disponibilidad del recurso humano técnico para cubrir emergencias nocturnas o fines de semana y turnos de 24hrs en paradas de planta.

Técnicas

8. Alto número de actividades paralelas a las actividades propias de mantenimiento, tales como rutinas de SHE, auditorias del sistema de calidad-entre otras afectan el normal desarrollo de los programas de MPd y MP en JDE.
9. Falta temporal de un ingeniero de confiabilidad en el departamento de mantenimiento para retomar el liderazgo de RCA y FMCAs.
10. Dificultad y Baja disponibilidad del recurso técnico interdisciplinario (Ingenieros) para formar grupos de RCA's, FMCAS y etc.
11. Pobre descripción en el registro de eventos histórico en la hoja de vida de los equipos en el software JDE.
12. Bag log de mantenimiento Incremento en el último año.
13. Menor capacidad de producción anual actualmente de todas las plantas de América latina.

3.2. OPORTUNIDADES.

Estratégica

1. Incremento en la asignación presupuestal por mejor posicionamiento de la planta Cartagena a nivel global.(entre las 4 primeras en resultados de confiabilidad dentro del grupo de 22 plantas en el mundo
2. Asistencia técnica global en nuevas implementaciones y desarrollo de nuevos productos.

- 3 Incremento de las ventas de Negro Humo a nivel mundial y muy específicamente en la planta de Cartagena.
- 4 Asignación de Cabot Corporation a la planta Cabot Cartagena, como planta proveedora global de NH.
- 5 5. Planes de expansión para una nueva unidad y modernización de las unidades existentes de planta de Cartagena para el incremento de la producción. Generan buenas expectativas y confianza de permanencia del trabajador Cabot.
- 6 Mayor interés de la directiva corporativa por el incremento de las ventas y retos de producción para el 2010 al 2012, requieren altos compromisos de confiabilidad permiten mostrar y confirmar el alto nivel de confiabilidad de la planta Cartagena a pesar de ser esta una planta vieja de 1965.

Organizacional

- 7 Mayor responsabilidad y empoderamiento por la gerencia a técnicos al disminuir el recurso y elevarse los objetivos de confiabilidad y disponibilidad de la planta.
- 8 Estímulos económicos de la corporación por buenos resultados de confiabilidad y producción.

Técnicas

- 9 El HPO requiere técnicos con funciones multidisciplinarias, alto nivel técnico y con certificación avalada por organizaciones internacionales.
- 10 Planes de mantenimiento de paradas mayor previamente definidos en tiempo, fecha y alcances coordinados con la programación global de la corporación.

11. Intercambios de técnicos con otras plantas de la corporación que mantienen la motivación del individuo, permiten la integración la transferencia del conocimiento y las buenas prácticas entre plantas.

3.3. FORTALEZAS.

Estratégica

1. Locaciones físicas estratégicamente ubicadas para una atención oportuna e inmediata a nuestros clientes (operaciones).

Organizacional

2. Alto sentido de pertenencia hacia la empresa y orgullo de pertenecer a ella.
3. Excelente ambiente laboral y buenas relaciones inter-grupales.
4. Plan de carrera (capacitación) establecido por individuo acorde a su función. Equipo de trabajo calificado.
5. Evaluación de desempeño anual por objetivos individual y grupal, premiado al cumplir logros con bonificación salarial.

Técnicas

6. Altos estándares de seguridad industrial y calidad de vida laboral.
7. Reunió información diaria Operaciones-mantenimiento para negociar intervenciones ordenes de trabajo(WO) y establecer prioridades y plan de paradas cortas al igual que disponibilidad de partes.
8. Herramientas de trabajo y equipos de última tecnología. (ERP JDE, Software Cristal report para registro DT y DTE, equipos portátiles para monitoreo).

9. Existencia de manual corporativo de obligatorio Cumplimiento para el departamento de mantenimiento (Cabot Reliability Manual).
10. Altos estándares de confiabilidad de equipos y operativa (Actualmente CT ocupa el 3er puesto de 22 plantas de Cabot).
11. Un excelente programa de auditorías corporativa para evaluar la gestión de mantenimiento que se realiza cada 3 años.
12. Un estructurado programa de PSM(Administración segura de los sistemas de información técnica de los procesos). Programas como JHA, MOC, HAZOP.

3.4 AMENAZAS.

Estratégica.

1. .Incertidumbre en el incremento en el precio del petróleo afectan competitividad de la planta con respecto a las plantas a nivel global.
2. .Revaluación del peso ante el dólar no hace atractivo el departamento de mantenimiento por los altos costos del mantenimiento e incidencia en el costo unitario del producto.
3. No aprobación de un plan de expansión para de producción para Cartagena en los próximos tres años, dejarían a esta planta en desventaja con el resto de las plantas de latino América.
4. Auge del outsourcing mantiene es causa de permanente preocupación del grupo de mantenimiento.

Organizacional

5. Temor por el grupo de mantenimiento y en general por todo Cabot Cartagena que se repita la crisis del 2008, que incida en la pérdida de empleo en el grupo.

6. Alto porcentaje del recurso humano de Cabot próximos pensionarse.
7. Alto riesgo de fuga del talento por mejores condiciones salariales del grupo de mantenimiento al iniciarse ampliaciones y nuevos proyectos en plantas industriales de la zona.

Técnicas

8. Cambios significativos en el modulo de mantenimiento del ERP JDE para el 2011, requiere de una re inducción del grupo y un tiempo considerable para adquirir destrezas en su aplicación.
Presencia de empresas prestadoras de servicios de mantenimiento internacionales son competentes en costos Vs costo de la mano de obra de mantenimiento propio de Cabot Cartagena.
9. La planta de Cabot Cartagena tiene 45 años de haber iniciado operaciones y Los nuevos estándares de confiabilidad establecidos por la corporación para el 2011 en adelante requieren de ajustes finos de las variables para alcanzar valores y los equipos actuales de requieren de modernización para cumplirlos.
10. Bajos estándares de seguridad y certificaciones en SH&E de las empresas locales de apoyo, no brindan la confiabilidad del recurso humano, lo cual inciden en los planes de programación de parada e implementación de proyectos de mantenimiento.

3.5 ESTRATEGIAS FO (CRECIMIENTO).

1. (4F-9O) Establecer un programa de capacitación y entrenamiento al grupo técnico de mantenimiento a corto, mediano y largo plazo acorde a los nuevos requerimiento y hacer seguimiento mediante coaching a cada técnico de tal forma

que el resultado se vea expresado en logros alcanzado dentro de su plan de objetivos anuales.

2. (2F-7O) Establecer un plan motivacional permanente para mantener la sinergia y cohesión del grupo, así como también asegurarse que las metas a cumplir sean del conocimiento de todos, apoyándose en la información actualizada suministrada en reuniones y sistemas visuales On line ubicados en sitios estratégicos de la planta.

3. (8F-10O) Establecer un plan de paradas coordinado con plantas hermanas para ajustar con precisión tiempo de operación de plantas/ equipos y fechas programadas de paradas que no causen trauma en las ventas por abastecimiento de producto generado por la no disponibilidad de las plantas.

4. (11F-6O) Implementar un plan agresivo de seguimiento y control de indicadores y variable, que permitan mantener o corregir de manera inmediata, desviaciones para asegurar este objetivo. Cabot Cartagena ocupó el primer puesto en planta más eficiente en los años 2007/2008 y los años siguientes se ha mantenido de manera fluctuante entre los 4 primero. Por lo que se propone un plan para lograr en un término menor de 2 años el 1er puesto de una forma sostenible en el Blue Box(DT,DTE Vs Costos) y dentro del ranking global de las plantas de Cabot.

5. (5F-12O) Mediante la creación de un programa a mediano plazo de intercambio por especialidades de los técnicos de Cartagena con plantas de Cabot de la región, utilizando este como premios a buenos resultados y motivación del trabajador. Copiar y aprender las buenas prácticas del mantenimiento de otras plantas y practicar el intercambio o transferencia del conocimiento.

3.6 ESTRATEGIAS DO (SOSTENIMIENTO).

1. (7D-3O) Preparar acorde a los requerimientos de Cabot, un grupo de técnicos de contratistas para mantener como soporte de respaldo y contar con este grupo para paradas y emergencias y así tener cubierto las 24 hrs de servicio y no colocar en riesgo la asistencia a las plantas.
2. (8D-7O) Establecer un plan de tareas y responsabilidades del grupo de mantenimiento en conjunto con el grupo de operaciones para distribuir cargas de trabajos en el mantenimiento básico primario y así generar responsabilidades en el cuidado de los activos por técnicos y operadores.
3. (10D-2O) Crear un grupo de ingenieros técnicos interdisciplinarios de carácter regional Cabot, que aprovechando los excelentes sistemas de comunicación, con que cuenta la compañía, se puedan aprovechar el valioso recurso regional y/o global para realizar análisis y soluciones de problemas de paso ayudar a incrementar la investigación y eficiencia de las plantas de la región..
4. (1D-9O) Establecer un convenio con una escuela reconocida de enseñanza de idioma ingles e incluir dentro del plan de carrera individual de cada individuo, el objetivo de mejorar el ingles oral, hablado y escrito.
5. (9D-10O) Incluir dentro del grupo de mantenimiento el ingeniero de reliability para que este coordine, analice y registre de manera consistente los comportamiento de las variable o Kpis establecidos como indicadores de control al igual que determine mediante métodos o técnicas académicas los tiempos de intervención y estimados fechas de paradas.

3.7. ESTRATEGIAS FA (SOSTENIMIENTO)

1. (6F-5A) Establecer un programa a mediano plazo para implementar a 5 Años, de reclutamiento y transferencia del conocimiento, utilizando como instructores al recurso humano que saldrá de la compañía por tiempo de servicios. El plan deberá contener un acompañamiento de empalme para asegurar que el nuevo individuo se integre y pueda tener la capacitación que le permita ser productivo en corto tiempo.
2. (8F-7A) Programar un plan de entrenamiento intensivo fuera de las locaciones de la planta, para capacitar al grupo técnico en las actualizaciones del modulo de mantenimiento del ERP JDE y en general hacer una re inducción del modulo completo que le permita aclarar dudas y asegure el máximo provecho de la herramienta. Este entrenamiento deberá ser completado con un acompañamiento durante un tiempo prudente al grupo para aclarar dudas en el ejercicio diario.
3. (11F-9A) Utilizando los registros de confiabilidad históricos, determinar mediante parreto que equipos e instrumentación de la planta puede incidir para cumplir con los nuevos objetivos de confiabilidad tales como: la alteración de lazos de control y variabilidad del proceso, DT y DTE generados, determinar mediante técnicas de mantenimiento del RCM y el RCA planes y recomendaciones a corto, mediano y largo plazo, teniendo en cuenta el grado de inversión y su facilidad de implementación para cumplir con los requerimiento corporativo en corto plazo.
4. (10F-10A) Las auditorias corporativas realizada al departamento de mantenimiento han registrado una amenaza en las empresas contratista por el bajo nivel de conocimiento y de pertenecía en el área de seguridad industrial, siendo los contratista parte vital dentro de la estructura de la organización de

mantenimiento, se ha propuesto que Cabot contrate anualmente de manera estable al menos con cuatro(4) empresas que presten el servicio de apoyo de mantenimiento y asigne un recurso económico para formar el recurso humano acorde a los requerimientos y estándares de Cabot. Esto asegurará una mayor estabilidad en la persona y Cabot ganara en seguridad en las actividades del mantenimiento.

5. (3F-6A) Establecer un plan de incentivos para retener el talento ya formado en Cabot tales como patrocinio de estudios universitarios, postgrados o certificaciones en el área de mantenimiento internacionales, y mejoras en los prestamos para viviendas todo esto robustece los buenos beneficios que tiene Cabot como son en la salud y calidades en el trabajo.

3.8. ESTRATEGIAS DA (FUGA).

1. (2D-3A) Implementar un plan de la directiva local para incentivar a la corporación de invertir en otra unidad de producción y un sistema de cogeneración para autosuficiencia energética, aprovechando los buenos resultados de gestión de la planta de Cartagena, y los atractivos para la inversión por la excelente ubicación, logística, costos unitarios competitivos globalmente, materia prima barata y estabilidad política, acompañado de los buenos resultados en índices de gestión en ventas, producción y gestión del mantenimiento.

2. (6D-8A) Establecer un plan de integración laboral apoyado directamente por la gerencia general y los departamentos de mantenimiento, proyectos, procesos y SH&E, donde se generen compromisos y responsabilidades mediante la asignación de tareas previamente planeadas y programadas, que permitan cubrir espacios en todas las áreas, con el recurso actual. Esta estrategia permitirá ser muy competitivo y tener el sentido de pertenencia que las empresas

prestadoras de servicios de mantenimiento por outsourcing no lo tienen en su mayoría y así no sean una buena opción para una empresa relativamente pequeña con menos de 100 empleados. Los costos de mantenimiento y el sentido de pertenencia de los empleados pesa al tomar una decisión técnica administrativa.

3. (5D-6A) Establecer un plan de incentivos a los talentos de la compañía mediante el apoyo a estudios de posgrados (especializaciones, maestrías, MBA), certificaciones internacionales (PMP, CMRP, etc.) cursos de ingles y técnicos (Vibraciones, Termo grafías, lubricación, etc.), que hagan sentir al recurso humano, con una buena calidad de vida laboral e importante dentro de la compañía.

4. (8D-9A) Proponer un plan maestro de modernización de la planta de Cartagena que incluya; equipos críticos, sistemas automatizados para el control de los procesos básicos y monitoreo en línea de variables de confiabilidad como vibraciones, temperaturas, presiones, que permitan eliminar actividades actuales de monitoreo local y simplificar la gestión del mantenimiento solo a realmente necesario, para dedicarse a lo propio del mantenimiento como son el sostenimiento de los programas MPd y MP, programas de paradas y evaluaciones de riesgos de mantenimiento.

5. (11D-7A) Establecer un plan de reentrenamiento efectivo del modulo de mantenimiento ERP JDE al grupo técnico de mantenimiento e incluir al software una plantilla en la hoja de intervención del equipo de con preguntas básicas que aseguren que el técnico entregue la información completa que se requiere para la historia del equipo.

4. PLAN DE MANTENIMIENTO (PROPUESTA)

4.1 EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento en Cabot Colombiana se encuentra actualmente, en un proceso de reestructuración y ajustes para encajar en el nuevo modelo administrativo (HPO) implementado en el año 2008 y como respuesta para salir adelante a la crisis y para permanecer como líderes en el negocio por largo tiempo.

La crisis económica global debilitó la estructura del mantenimiento, el cual se había fortalecido y estructurado en un proceso que inicio en el año 2004 y que empezó a mostrar frutos en el año 2006, cuando de encontrarse en el año 2005 posicionados en el puesto 17 del ranking de plantas eficientes de Cabot, paso a ocupar en el año 2006 el primer puesto entre un total de 22 plantas de Cabot a nivel global y manteniendo ese mismo puesto en el 2007.

Podemos decir que el mantenimiento moderno de Cabot se divide antes y después de la crisis del 2008, ya que el organigrama sufrió modificaciones y algunos de los roles anterior debieron acomodarse a la nueva estrategia de supervivencia en el negocio. Actualmente algunas actividades y roles aun faltan por re-implementarse ya que las multitareas inciden en el normal ejercicio de los programas. Las debilidades en la planeación de los programas PdM y PM y el registro de las intervenciones en JDE, así como el análisis de variables de procesos en el comportamiento de los equipos son algunas de las actividades relevantes donde se sienten aun los efectos del cambio. Sin embargo no todo ha sido malo; actualmente la planta mantiene un grado de confiabilidad del 95% y cada día que pasa y en la medida que se ajustan al nuevo esquema, el grupo técnico sale adelante mostrando mejoras en los indicadores y planteando estrategias para asumir los nuevos retos establecidos por la corporación.

Aprovechando la infraestructura corporativa y siendo Cartagena la planta piloto en la implementación del HPO, este trabajo pretende presentar una propuesta o modelo que ayude a complementar para alcanzar los logros del área de

mantenimiento mediante la implementación de etapas que permitan aclarar la dirección correcta para un mantenimiento exitoso.

4.2 ETAPA I. OBJETIVO DEL PLAN

El plan que se propone y del cual lleva el nombre el trabajo, es el de implementar un sistema combinado del TPM y RCM que permita al personal de procesos y mantenimiento de Cabot Colombiana hacer más efectivos los procesos y al mismo tiempo alcanzar a un alto nivel de calidad en la producción con un máximo tiempo productivo, un costo mínimo unitario de producción y una alta confiabilidad de los equipos.

4.3 ETAPA II. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LAS TÉCNICAS

Cabot Colombiana cuenta hoy con un RCM implementado desde el año 2001, el cual hace parte de la base de datos FMCA-RCA corporativa de mantenimiento, montada sobre Lotus Notes; y consta de un programa de de FMCA con criterios ya establecidos, formatos y parámetros de aplicación según el grado de criticidad de equipos. Cuenta también con una matriz de criticidad de los equipos de la planta, un programa de MP y PdM montado en el modulo de mantenimiento, y uno de control de inventarios ambos integrados al ERP JDE. También como apoyo del RCM se cuenta con un software que permite registrar el DT y DTE en línea de las unidades de producción y un software que permite registrar en línea el comportamiento de algunas variables (parcial) de operación. Sin embargo hoy el programa de RCM de Cabot colombiana presenta atrasos en actualización de un año y medio, por las razones expuestas en capítulos anteriores.

El TPM se inicio su implementación por directrices corporativas en el año 2002, bajo el nombre de OAC (OPERATOR ASSET CARE), estableciéndose, dueños a

los activos y colocándose físicamente a cada activo el nombre de su asignado; sin embargo su implementación hasta hoy no ha sido exitosa y ha quedado en documentos y asignaciones, muy posiblemente por la manera como se promocionó y vendió este programa dentro del grupo técnico y de operadores. Hoy, en vista de todos los cambios surgidos por el HPO y por los nuevos lineamientos corporativos, es el mejor momento para que se re implemente esta técnica y que en combinación con el RCM, estamos seguros no solo salir adelante con los objetivos propuestos, sino de manera exitosa.

4.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Esta técnica está enfocada dentro de nuestro planteamiento a incrementar la productividad, mejorando el mantenimiento y sus prácticas asociadas. Así como también el estímulo del trabajo en equipo entre las áreas de mantenimiento y operaciones, con el fin de cambiar la conducta individualista de los departamentos que predomina hoy.

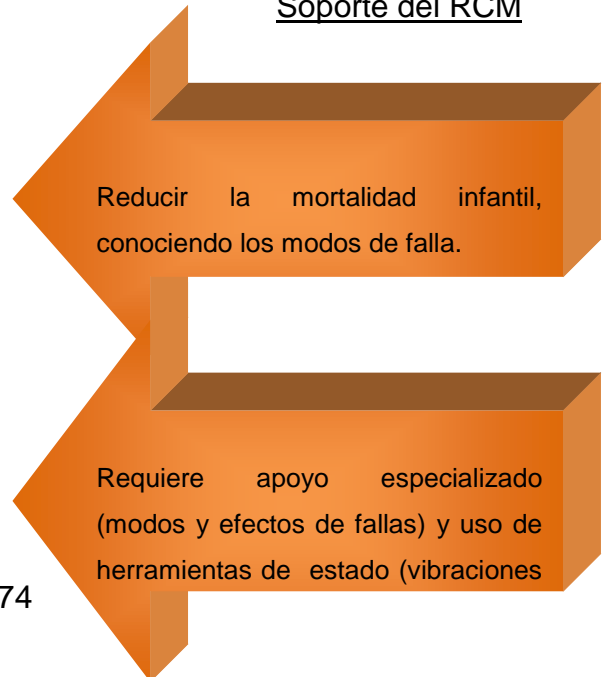
Las características básicas para su implementación y su correlación con el RCM son los siguientes:

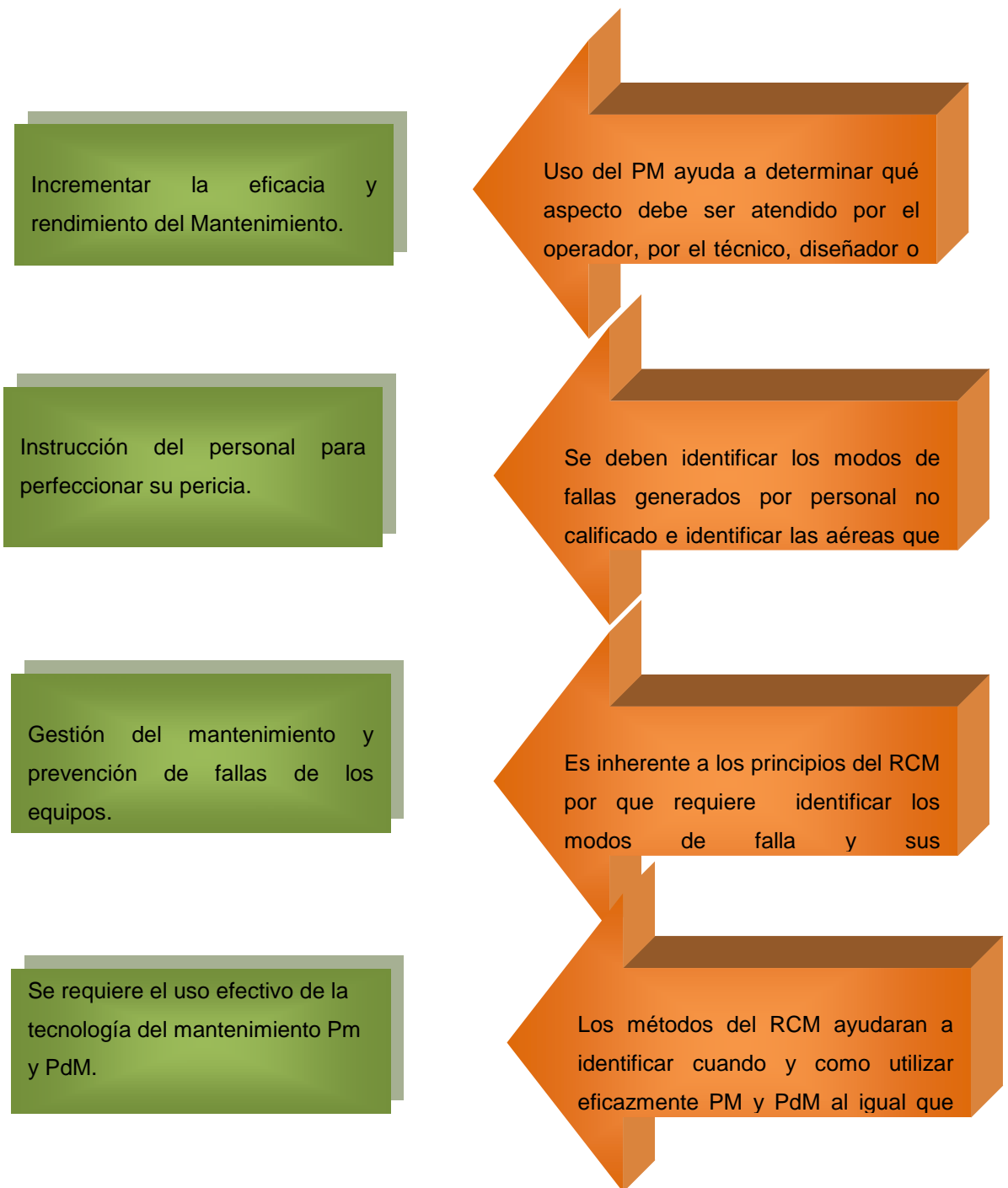
Tareas de Incidencia del TPM

Restablecer el equipo a una condición de estado como nuevo.

El operador debe intervenir en el mantenimiento del equipo.

Soporte del RCM



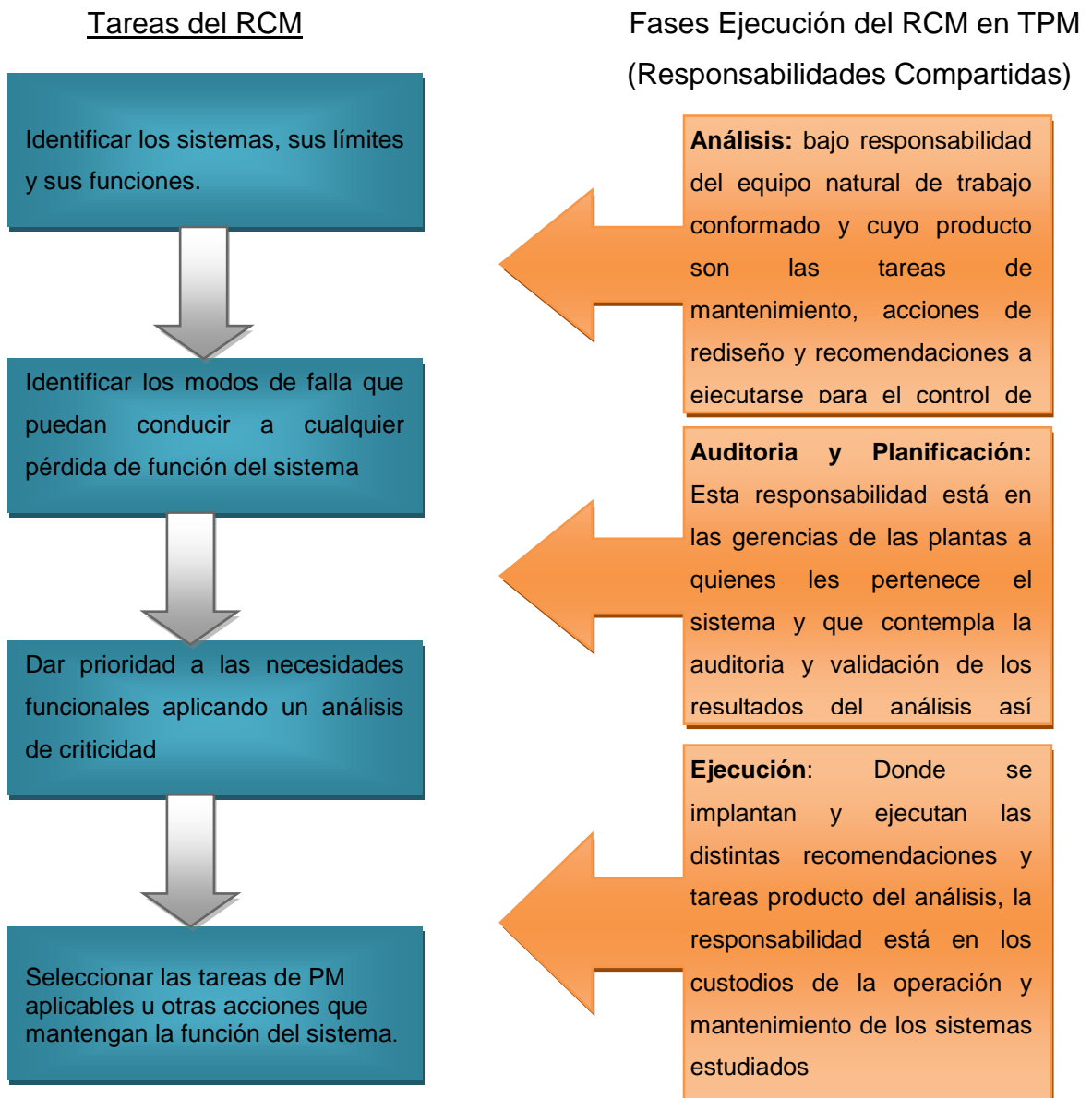


2.7.2.1 Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

Esta técnica, persigue dentro de nuestro planteamiento a mantener una metodología de análisis sistemático, objetivo y documentado, que debe ser de carácter mandatorio aplicarlo, dentro una perfecta armonía proceso-gente-

tecnología, para garantizar el nivel requerido de Confiabilidad Operacional y por ende el éxito del plan eficiente de mantenimiento.

Las características básicas para la implementación del RCM son las siguientes:



2.7.3. Etapa II. Faces de Implementación del Programa Combinado

De acuerdo a lineamientos corporativos el programa que integrará estas dos TPM-RCM y estas apoyados con la técnica del RCA cuando se requiera, continuara llamándose OAC(Operator Asset Care) ; para su implementación se han diseñado dos tres niveles que de acuerdo a cronograma en termino no mayor a 18 meses, partiendo que ya se tiene parte del trabajo documental, el cual habría que actualizarlo y adecuarlos a las condiciones de hoy.

Algunos de los puntos importantes en este plan antes de iniciar en firme su implementación son:

- Divulgación
 - Comunicar a cada responsable de equipo.
 - Informar a través de los transparentes
- Concientización
 - Charlas
 - Explicaciones sobre los objetivos a alcanzar
- Adecuación del M. P. (Lista de Chequeo)
 - Retroalimentación de los propietarios
 - Actualización del programa
- Control y Seguimiento
 - Reuniones (Dueños, Lideres, Grupo de Apoyo, Staff Planta)

Los niveles de implementación se describen e incluyen recomendaciones de la matriz DOFA:

LEVEL 1 OAC

Característica: Tareas sencillas de mantenimiento que pueden ser propuestas por el personal de operativo de la planta. Los operadores comienzan a involucrarse con los equipos (equipment ownership).

COMPORTAMIENTO

- Habilidades / necesidad de entrenamiento certificado L-1
- Proceso de formación - organización y trazabilidad L-1
- Establecer registros & diligenciamiento de la documentación.
- Programación de actividades & asignación de roles a los operadores.
- Start up / Verificación / procedimiento de mantenimiento primario
- Equipos de trabajo.
- Equip ownership

TAREAS

- RCA
- FMECA
- Limpieza externa de los equipos.
- Participación del operador en la elaboración de los manuales de solución de problema “trouble shooting”
- Inspección visual mediante una lista de chequeo preestablecida
- Inspección y cambio de iluminarías
- Inspección de pisos y rejillas.
- Revisión de las duchas de emergencia .
- Revisión de los sistemas de seguridad de las calderas
- Revisión de los sistemas de paro de planta (shutdown Systems)
- Revisión de los equipos standby
- Revisión de la integridad física general de los activos.
- Prueba del sistema contraincendios.

- Cambio de las bolsas de los filtros.
- Limpieza de los filtros de aceite

NIVEL 2 OAC

Características: El entrenamiento pasa a un nivel mas específico. Algunos miembros del equipo de mantenimiento se hacen parte del equipo de producción. Esto puede requerir negociaciones con pactos entres operaciones y mantenimiento.

Comportamientos

- Habilidades / Se necesita un entrenamiento certificado de L-2
- Proceso de formación - organización y trazabilidad L-2
- Detección temprana de fallas.
- Mantenimiento predictivo y tareas de monitoreo de equipos.
- Inspecciones de fuelles.
- Monitoreo de vibraciones.
- toma de espesores d pared por ultrasonido
- Inspección y reemplazo de cilindros neumático.
- Inspección de los rodillos del secador.
- Inspección y monitoreo de equipos rotativos
- Lubricación
- Mantenimiento menor correas, fusibles Etc.
- Trabajos de operadores durante de las paradas de planta
- Cambio de diafragma y solenoides en los pulsadores de los filtros
- Cambio de accesorios roscados en tubería
- Inspecciones y ajustes en la maquina empacadora
- Reemplazos de termocuplas.
- Cambio de empaquetadura en sistemas de baja presión.
- Alineamiento de foto celdas y swiches de proximidad en líneas de empaque
- Cambios de trampas de vapor.

- Reemplazo de los pasadores de seguro en las válvulas rotatorias
- Cambio de correas transmisoras de potencia.

LEVEL 3 OAC.

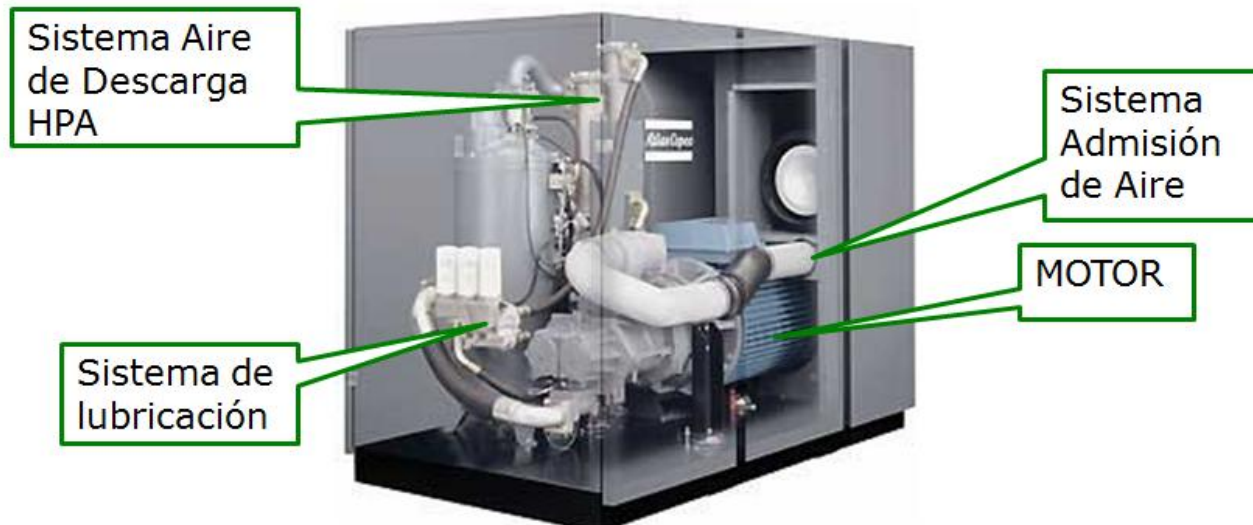
Característica: El núcleo de las habilidades de mantenimiento es reservado para actividades especializadas.

- Habilidades/Entrenamiento necesita verificación.
- Procesos formales – organización y trazabilidad
- Equipo- Análisis de Datos
- El operador lidera la solución de problemas simples.
- Entrenamiento de otros en niveles bajos OAC
- Contabilidad de unidades a nivel de operador
- Mantenimiento de equipos día a día.
- Mantenimiento de bombas del diafragma.
- Calibración de instrumentos no críticos.
- Prestar atención a los secadores
- Cambio de motores pequeños.
- Cambio de válvulas de alivio de presión y discos de ruptura.
- Cambio de válvulas de control.
- Trabajo con accesorios sensitivos de torque

4.5 APLICACIÓN DEL MEDICO

Mostraremos la metodología sugerida para la asignación de tareas con un ejemplo real de Cabot Colombia S.A. Se trata del compresor Atlas Copco G 160 W al cual le usaremos el FMCA en los subsistemas apropiados para nuestro estudio

COMPRESOR ATLAS COPCO G 160W



Compressor Model Number	GA 90 HAT			GA 110 HAT			GA 160 HAT					
	100	125	150	100	125	150	100	125	150			
Horsepower	hp			125			150			200		
Maximum Allowable Air Inlet Temperature	°F			122			122			122		
Maximum Allowable Cooling Air Temperature												
Capacity FAD (at reference conditions) (1)	cfm	571	504	435	681	587	523	903	814	742		
Nominal Effective Operating Pressure	psig	100	125	150	100	125	150	100	125	150		
Minimum Operating Pressure	psig	58										
Maximum Operating Pressure	psig	107	132	157	107	132	157	107	132	157		
Sound Pressure Level (aircooled)(2)	dB(A)	76			76			78				
Approx Shipping Weight	lbs	6,950			6,950			8,200				

En el FMCA abajo mostrado se observa como tareas simples y sin necesidad de experticia son asignadas a los operadores en los sistemas de Aire

Plant: Cartagena	South America	Machine Group:	COMPRESOR DE AIRE			Area:	1196200908003, Rev 1(Agost. 25-09)	Elaborado:	Fernando Padilla, Team Cabot			
Manufacturer	Atlas Copco GA-160W	Description: Una Etapa, Tornillo Lubricado, 981 SCF, 200HP				Funcion Principal: Suministrar Aire de alta presion a la Unidad de NH CT-2 y Secador de Aire		Model No. GA-160W	Revision:			
	Failure Characteristic						Tipo: Tornillo Lubricado	Aprobacion:				
Grupo	Componente	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa de la Falla	Características del Deterioro (e.g. random, wear, infant mortality)	Advertencia de Pre Falla?	Tipo de Mto	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Responsable	Ejecutor	
Sistema Aire de Descarga HPA	Enfriador de Aire	Obstruccion	Caida de Presion HPA	Pobre PM	Uso	Incremento Temp HPA	FTM	Tener un programa PM de limpieza. El operador debe desarrollar lista de chequeo.	C/6 Meses	Ing. de Mto Mecánico	Operador 2	
		Fuga Interna	Caida de Presion HPA	Erosion	Desgaste	Perdida de Flujo HPA	CBM	Inspeccionar Enfriador durante SD Programado Prueba Hidrostatica. Siempre Operadores chequear el Medidor de Flujo.	C/12 Meses	Ing. de Mto Mecánico	Operador 2	
	Filtro separador de Aceite	Mal funcionamiento	Contaminación del HPA a instrumentos y industrial	Saturación del filtro	Uso	Presencia de aceite en instrumentos	FTM	Reemplazar el filtro, inspeccionar el filtro durante SD/Cortes.	C/12 Meses	Ing. de Mto Mecánico	Operador 2	
Sistema Admision de Aire	Filtro de Entrada	Obstrucción del filtro	Caida de presión de HPA	Pobre PM	Uso	Baja presión de HPA en la descarga	FTM	Incluir en el programa de PM la rutina de limpieza y cambio del filtro de entrada. El operador debe diariamente registrar la presión de la descarga de HPA.	C/6 Meses	Ing. de Mto Mecánico	Operador 2	

Ilustración 22. FMCA en los sistema de Aire (Entrada y salida)

En el FMCA abajo mostrado de observa que todas las tareas necesitan de cierta técnica, por lo tanto ninguna de las tareas puede se asignada a los operadores.

Plant: Cartagena		South America		Machine Group:		COMPRESOR DE AIRE		Area:		1196200908003. Rev 1(Agost. 25-09)		Elaborado:		Fernando Padilla, Team Cabot					
Manufacturer		Atlas Copco GA-160W		Description: Una Etapa, Tornillo Lubricado, 981 SCF, 200HP		Funcion Principal: Suministrar Aire de alta presion a la Unidad de NH CT-2 y Secador de Aire		Model No. GA-160W		Revision:		Aprobacion:							
Grupo		Componente		Modo de Falla		Efecto de Falla		Causa de la Falla		Failure Characteristic		Tareas de Mantenimiento		Frecuencia		Responsable		Ejecutor	
								Características del Deterioro (e.g. random, wear, infant mortality)		Advertencia de Pre Falla?		Tipo de Mito							
Sistema de Conductor	Motor	Sobre-calentamiento	Shutdown Unidad CT-2	Corto Circuito	Aleatorio	Ninguno	FTM, CBM	Test aislamiento anualmente. Revisión del sistema de Protección & calibración. Re barnizar si se requiere.		C/ 12 meses	Ing. De Mito Electrico/Electronico	Electricsta Master							
				Prolongada Sobrecarga	Uso	Alta Corriente	CBM, FTM	Monitorear & registrar lecturas. Revisión del sistema de Protección & calibraciones.		C/24 Meses	Ing. De Mito Electrico/Electronico	Electricsta Master							
				Falla de Rodamientos	Desgaste	Alta Vibración, Ruido	CBM	Incluir en JDE PdM vibraciones. Hacer seguimiento a comportamiento		C/15 Dias	Ing de Reliability	Planeador de Mito							
				Bajo Grado de Aislamiento	Desgaste, Mortalidad infantil	Ninguno	FTM	Buenas hoja de especificacion. Para proveedores, Prueba de aislamiento y re-barnizar. Revisar sistema de protección y calibrar.		C/24 Meses	Ing. De Mito Electrico/Electronico	Electricsta Master							
				Daño del ventilador	Aleatorio	Alta Vibración, Ruido	CBM	Monitorear con luz eletroboscopica & registrar lecturas.		C/30 Dias	Ing. De Reliability	Mecanico							
				Inestabilidad en el Voltaje (Alto, Bajo, Des balanceado)	Aleatorio	Ninguno	CBM, DOM	Revisión del sistema de protección & calibraciones/2 años.		C/2 años	Ing. De Mito Electrico/Electronico	Electricsta Master							
	Falla de Rodamientos	Shutdown Unidad CT-2	Pobre Lubricación (Exceso/Deficiente grasa, Grasa de mala Calidad)	Desgaste	Ninguno	FTM	Re calcular cantidad y tipo de grasa e incluir en PdM, Registrar aplicación y comportamiento		C/30 Dias *Lubricacion	Ing. De Reliability / Tec Lubricador	Mecanico								
			Mala Calidad de Rodamiento	Mortalidad Infantil	Alta Vibración, Ruido	CBM	Usar solo proveedores calificados, inspeccionar los rodamientos antes de su instalación			Ing. De Reliability	Ing. De Reliability								
			Instalación Deficiente	Mortalidad Infantil	Alta Vibración, Ruido	CBM	Utilizar siempre mecánicos calificados para su instalación, Seguir instructivo de montaje			Ing. Mito Mecanico	Ing. Mito Mecanico								

Ilustración 23. FMCA Sistema Conductor.

En cambio este ultimo FMCA (Sistema de lubricación) tiene tanto como tareas asignables como no asignables.

Plant: Cartagena		South America		Machine Group:	COMPRESOR DE AIRE		Area:	1196200908003. Rev 1(Agost. 25-09)		Elaborado:	Fernando Padilla, Team Cabot		
Manufacturer	Atlas Copco GA-160W	Description: Una Etapa, Tornillo Lubricado, 981 SCF, 200HP			Funcion Principal: Suministrar Aire de alta presion a la Unidad de NH CT-2 y Secador de Aire			Model No.	GA-160W	Revision:		Aprobación:	
	Failure Characteristic						Tipo:	Tornillo Lubricado					
Grupo	Componente	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa de la Falla	Características del Deterioro (e.g. random, wear, infant mortality)	Advertencia de Pre Falla?	Tipo de Mtto	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Responsable	Ejecutor		
Sistema de Lubricación	Caja de Velocidad	Rotura de Dientes	Shutdown del compresor	Lubricación Inadecuada	Desgaste	Alta Vibración, Ruido	CBM	Reemplace el aceite anualmente. Evaluar si puede incrementar su duración a 2 años	C/12 Meses	Ing. Mtto Mecanico	Mecanico Master		
				Desgaste Normal & rasgadura	Desgaste	Alta Vibración, Ruido.	CBM	Revise los dientes en todas las inspecciones/ Tomar muestra de aceite /4 meses y evaluar contenido de metales ferrosos	C/4 Meses	Ing. Mtto Mecanico	Mecanico Master		
				Instalación Deficiente	Mortalidad Infantil	Alta Vibración	CBM	Utilizar siempre mecánicos calificados para su instalación, Seguir instructivo de montaje		Ing. Mtto Mecanico	Ing. Mtto Mecanico		
	Bomba de Aceite	No Trabaja	Shutdown Unidad CT-2	Daño de la lógica	Aleatorio	Ninguno	OTF	Test a la Lógica en inspección anual. Tener adecuado repuestos en stock	C/12 Meses	Ing. De Mtto Electrico/Electronico	Mecanico Master		
				Motor Quemado	Aleatorio	Ninguno	OTF	Tener Repuesto en almacén		Jefe de Amacen/ Ing de Mtto Electrico-Electronico	Mecanico Master		
		Baja Presión	Shutdown Unidad CT-2	Obstrucción en filtro de aceite	Uso	Diferencial de Presión en el Filtro	CBM	Monitoriar diferencial de presión en filtro, Registrar en ruta de chequeo visual	Diario	Ingeniero de Procesos	Operador 1 Utilidades		
				Fugas en Tuberías	Aleatorio	Derrame de Aceite	CBM	Monitorear y registrar en lista de chequeo visual tuberías y conexiones	Diario	Ingeniero de confiabilidad	Operador 1 Utilidades		
				Malfuncionamiento Válvula de alivio	Aleatorio	Ninguno	FTM	Re calibrar, registrar e identificar en cuerpo de la válvula semestralmente presión de tara	C/ 6 Mese	Ingeniero de confiabilidad	Instrumentista Máster		
		Alta temperatura del aceite	Shutdown Unidad CT-2	Mal funcionamiento del sistema de enfriamiento	Aleatorio	Alta temperatura. Alarma (No disponible)	CBM	Incluir rutina de limpieza PM a enfriadores de aceite	C/ 30 Dias	Ing. de Mtto Mecánico	Planeador de Mtto		
	Mal funcionamiento	Shutdown Unidad CT-2	Daño de Componente Rotativo. ejem: Daño de rodamiento, daño caja reductor.	Aleatorio & Desgaste	Ninguno	OTF	Asegúrese que el estatus de bomba sea mostrada Display del DCS		Ing. Electronico de Mtto	Operador 1			
	Filtro de Aceite	Obstrucción	Daño de componentes rotativos	Sucio en aceite lubricante	Desgaste	Alarm diferencial de Presión , Disparo de Blower	FTM, CBM	Reemplazar el filtro. inspeccionar el filtro durante SD/Cortes. Siempre chequear el diferencial de presión .	C/12 Meses	Ing. de Mtto Mecánico	Operador 2		
				Pobre PM	Desgaste	alarma diferencial de Presión	FTM, CBM	Reemplazar el filtro anualmente, inspeccionar el filtro durante SD/Cortes. Siempre chequear el diferencial de presión .	C/12 Meses	Ing. de Mtto Mecánico	Operador 2		

Ilustración 24.FMCA Sistema de lubricación.

Para continuar asignando tareas a los operadores debemos capacitarlos constantemente en habilidades de mantenimiento para que en un futuro se crean líderes de enseñanza dentro de los grupos y así circular el conocimiento.

Un mecanismo muy usado es la matriz ILUO donde se hace seguimiento a programa de capacitación.

PLAN DE CAPACITACION TPM (MATRIZ ILUO)

COMPETENCIA	COLABORADOR												
	Lubricación	Pernos/Tuerca	Válvulas Solenoides	Sistemas Medición	Hidráulica	Mecánica	Bombas de Arrastre	Embragues	Planos	Seguridad (OHSAS 18001)	Calidad (ISO 9001)	Medio Ambiente (ISO 14001)	...
Alvarado Fernando	I	L	U	U	I	L	U	U	I	L	U	U	
Alvarez Jose M.	I	U	I	I	U	I	I	U	I	I	U	I	
Bernal Alejandro	U	I	U	U	I	U	U	I	U	U	I	U	
Castaño Jorge I.	U	L	U	U	L	U	U	L	U	U	L	U	
Fernandez Liliana	U	I	U	U	I	U	U	I	U	U	I	U	
Gómez Pedro A.	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	
Gonzalez Alberto	I	L	U	I	L	U	I	L	U	I	L	U	
Gonzalez Federico	U	I	I	U	I	I	U	I	I	U	I	I	
Gutierrez Verónica	U	L	L	U	L	L	U	L	U	U	L	L	
Jimenez Gustavo	I	I	U	I	I	U	I	I	U	I	I	U	
Quezada Gerardo	U	L	U		L	U	U	L	U	U	L	U	
Rivera Juan Fco.	U	I	I		I	I	U	I	I	U	I	I	
Vélez Pablo E.			U	I	L	U	I	L	U	I	L	U	

I	Nivel 1: Falta de conocimiento teórico y habilidad práctica (tiene que aprender).
L	Nivel 2: Conoce la teoría pero no la práctica (necesita entrenamiento práctico).
U	Nivel 3: Tiene maestría práctica pero no teórica (No puede enseñar a otros).
U	Nivel 4: Tiene maestría teórica y práctica (puede enseñar a otros).

Ilustración 25. Matriz ILUO

Implementación de lista de chequeos para la verificación de equipos por parte del operador es muy importante para la gestión y seguimiento de las inspecciones



Ilustración 26. Secador

CABOT COLOMBIANA.		TPM CHECK LIST			 CABOT	
		LLANTA SECADOR CT1	TURNO		6-abr-10	
LOCALIZACION					FECHA	
AREA		UNIT / EQUIPMENT NO		PRODUCTO		
ITEM	DESCRIPTION				YES	NO
1	Están las calzas en su sitio?					
2	Está oscilando el anillo?					
3	Hay alguna abertura entre las calzas del tambor y el anillo del secador?					
4	El resbalamiento entre el anillo y el tambor excede la tolerancia?					
5	Está la llanta pegada al rodillo?					
6	Están los engranajes conectados horizontalmente?					
7	Están los engranajes correctamente conectados para profundidad?					
8	Hay grasa en la superficie de la llanta?					
	Tome nota de la temperatura a la salida del secador y la descarga del producto con las anteriores observaciones.					
OBSERVACIONES						
		ELABORÓ			APROBÓ	
NOMBRE:						
FIRMA :						
FECHA:						
HORA						

Ilustración 27. Check list Secador

CONCLUSIONES.

Formar equipos combinados de personal (técnicos-operadores), los cuales adquieran habilidad para que con sus acciones y gestión puedan minimizar o detectar fallas potenciales desde mucho antes que sucedan, de tal forma que los requerimientos de mantenimiento se minimicen y la confiabilidad de los equipos y del proceso se incremente al punto que la disponibilidad de la planta se coloque alrededor del 98% al termino del programa y sea sostenible en el tiempo.

Se pretende con este modelo que el recurso de mantenimiento, al redistribuir las actividades con el grupo mixto Mantenimiento-Operaciones, sea más eficiente de tal forma que el recurso de mantenimiento puedan ser utilizados para aquellas intervenciones o situaciones que requieran verdaderos expertos técnicos y el recurso de operaciones pueda ser mas autosuficiente y suplir de manera oportuna y responsable la disminución del recurso de mantenimiento en horas nocturnas y fines de semana o sencillamente evitar una salida de planta cuando la intervención solo requiera de una intervención de tipo primaria.

La implementación de un ingeniero de confiabilidad es básica en el grupo de mantenimiento, esto permitirá retomar y actualizar las tareas y actividades del plan de confiabilidad mediante el seguimiento y control de variables que afecten el desempeño de la planta y que actualmente no se realizan.

Teniendo en cuenta que este, es un proceso de mejoramiento continuo se espera que nuevas técnicas afines al modelo propuesto y que pueda encajar sin mayores traumatismos, sean incluidas en un tiempo mayor o evaluado al propuesto, para complementar el plan de este proyecto.

BIBLIOGRAFIA

CABOT RELIABILITY MANUAL. Katy Oates , CABOT CORPORATION Alpharetta
- Georgia 2009

GOMEZ CUBILLOS, Rafael. Administración y estilos gerenciales. Bucaramanga:
Universidad Industrial de Santander 2006,44p

GONZÁLES BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento.
Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2006.

MORA GUTIERRÉZ, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas de
industriales ó de servicios. Medellín: AMG. 2005.

MOUBRAY, John. Mantenimiento centrado en confiabilidad. Edición en Español.
Gran Bretaña: Aladon. 2004.

NAKAJIMA, S. "Total productive Maintenance", Productivity Press,
Porland OR (1993).

ORTIZ PLATA, Daniel. Organizaciones del Mantenimiento: Mantenimiento
centrado en confiabilidad RCM. Bucaramanga. 2008 CD. Posgrado gerencia de
Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander.

PANHANDLE-PLAINS, "The History Use and Manufacture of Carbon Black,"
Historical Review 12 (1939).

R. G. ALLEN, H. W. PRICE, AND E.V. REINBOLD , Historia del Negro de Humo