

Aplicación de prácticas y metodologías de optimización de mantenimiento dentro de la estrategia de confiabilidad de las Centrales Eléctricas de EPM (Guatapé y Playas)

Astrid Ramírez Rodríguez; Carlos Montoya Escobar / EPM

COLOMBIA

astrid.ramirez@epm.com.co

II Seminario Internacional: Mantenimiento en Sistemas Eléctricos – SIMSE 2009
29 de setiembre al 2 de octubre de 2009
Bogotá, Colombia

ÍNDICE

OBJETIVO

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

CONCLUSIONES

INTRODUCCIÓN

1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE FALLAS

2. GRUPO DE ESTUDIO EN CONFIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD (CMD)

3. MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

4. ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ RCA

5. OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANEADO (PMO)

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

Objetivo

El presente trabajo tiene por objetivo mostrar los beneficios de la aplicación conjunta de metodologías de administración y planeación del mantenimiento, dentro de una estrategia de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD), y como fundamentan el logro de los objetivos de desempeño de las Centrales Hidroeléctricas de Guatapé y Playas, incorporándose dentro del enfoque de mantenimiento del negocio de generación energía de EPM.

De igual manera, se quiere mostrar el proceso mediante el cual se han posicionado estas metodologías como parte de las tácticas permanentes de mante-

nimiento y como se han ido incorporando en cada uno de los niveles administrativos y operacionales.

Metodología y resultados

Como respuesta al nuevo esquema de remuneración de cargo por confiabilidad en el mercado eléctrico y las implicaciones de la indisponibilidad sobre éste, fue necesario plantear prácticas y metodologías de optimización de mantenimiento de las plantas, para generar y mantener las oportunidades de competencia que le agregan valor a EPM.

En consecuencia de lo anterior, se mostrará cómo cada una

las prácticas y metodologías empleadas han contribuido al mejoramiento de la gestión de mantenimiento:

1. **Análisis estadístico de fallas:** Dentro de esta práctica, el Área Guatapé realiza la consolidación y codificación de datos de fallas desde el año 2003 hasta la fecha, realizando análisis estadístico en función de diferentes variables del proceso. Como resultado de este análisis se identifican e implementan las soluciones para los pocos vitales en cada una de las plantas.
2. **Grupo de estudio en confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad CMD:** Se tienen las sesiones de estudio de asistencia voluntaria sobre conceptos básicos y avanzados de gestión de mantenimiento, cálculo e interpretación de indicadores, análisis de costo de ciclo de vida y modelamiento de la confiabilidad.
3. **Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM):** A través de los grupos de análisis conformados por operadores, supervisores e ingenieros se han redefinido los programas de mantenimiento de sistemas críticos como los reguladores de velocidad de la Central Guatapé y el sistema de refrigeración de las unidades de la Central Playas. Se encuentran en análisis las unidades de generación de ambas centrales.
4. **RCA:** Esta metodología ha permitido establecer la causa raíz de dos eventos significativos de falla, proporcionando los criterios para la búsqueda e implementación

de las estrategias de solución efectivas.

5. **Optimización del Mantenimiento Planeado PMO:** Con la participación de los técnicos y supervisores, se encuentran en análisis los planes de mantenimiento de los equipos periféricos de cada central.

Conclusiones

La aplicación conjunta de diferentes metodologías de optimización de mantenimiento y confiabilidad le ha permitido al Área Guatapé:

- Identificar fallas de alto costo e implementar soluciones inmediatas para dar garantía de disponibilidad de las plantas.
- Determinar las prácticas de mantenimiento pertinentes para las diferentes categorías de equipos existentes en las plantas, optimizando el uso de los recursos y mejorando la eficiencia operativa de los sistemas.
- Promover la cultura de la confiabilidad en todos los niveles ocupacionales de mantenimiento a través de las diferentes metodologías con el fortalecimiento de las habilidades de análisis de datos y fallas.
- Plantear la gestión del mantenimiento no como un parámetro de entrada del proceso de optimización económica de la generación sino como un resultado entregado por el mismo.

Introducción

El dinámico entorno de negocios y mercado en el que se desarrolla el sector eléctrico y en especial el negocio de generación de electricidad, hace de la capacidad de adaptación de las empresas un imperativo para garantizar su crecimiento y sostenibilidad.

Esta capacidad de adaptación implica cambios en la manera de percibir los procesos generadores de valor para identificar en ellos oportunidades de optimización y maximización de los ingresos.

En virtud de lo anterior, una estrategia de confiabilidad operacional, que enlaza la confiabilidad humana, la confiabilidad de equipos, la confiabilidad de procesos y el mantenimiento de equipos, como factores habilitadores de la misma, permite abrir nuevas formas de trabajo y colaboración, coordinando realidades y conocimientos adquiridos en los distintos entornos, sembrando el camino para una interacción más estrecha de las diversas fases de gestión del mantenimiento.

Dentro del entorno de actual de negocio, el mantenimiento ha evolucionado para dejar de ser una necesidad dentro de las organizaciones y convertirse en un proceso que agrega calidad, seguridad y rentabilidad a las empresas. Basta con resumir las mayores diferencias entre los entornos del negocio de generación anteriores y los actuales y futuros para percibir la magnitud de los cambios y la necesidad de transformar los procesos para adaptarse de manera exitosa:

- De costos reconocidos a negocio de competencia.

- De ingresos garantizados a gestión con riesgo.
- De integración vertical a segregación de actividades.
- De contar con usuarios a tener que buscar clientes.

Obviamente, esta situación requiere la movilización de los mejores recursos de cada empresa para hacer frente a los nuevos retos, exigiendo un redimensionamiento de los procesos.

De esta manera, dentro del negocio de generación energía de EPM, se ha definido una estrategia de confiabilidad para las plantas de generación. Dentro de este contexto, en las Centrales Hidroeléctricas de Guatapé y Playas se han aplicado diferentes metodologías y prácticas de optimización que han impactado positivamente el desempeño de las plantas y han propiciado un cambio cultural dentro del personal de mantenimiento y operación que facilita el mejoramiento del proceso.

En el desarrollo de este artículo se mostrará cómo se han implementado las diferentes metodologías y cuáles han sido los resultados obtenidos con cada una de ellas.

1. Análisis estadístico de fallas

Se ha realizado la consolidación de análisis de fallas de las Centrales Guatapé y Playas a partir del año 2003 en función de las siguientes variables:

- Tipo de falla
- Unidad de generación
- MW desviados

- Día y periodo horario de ocurrencia
- Turno de operación

El objetivo de este análisis es encontrar entre muchos factores, la causa de muchas fallas en el proceso e identificar las verdaderas causas raíces de éstas.

Para el análisis del periodo 2003-2007 se obtuvo la siguiente información:

No se encuentra relación entre la ocurrencia de fallas y los turnos de los equipos de operadores, por lo que se descarta la falta de competencia o destreza en el personal de operación como causa de fallas.

Se observa que los periodos horarios con mayor incidencia de fallas corresponden a aquellos en los cuales existen picos en la curva de demanda diaria, como se observa en la figura 1.

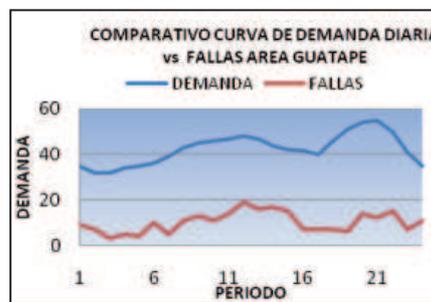


Figura 1.

Se identifican los malos actores en cada una de las plantas así:

Pocos vitales Central Guatapé:

Descompensación de inyectores de turbina y pérdida de voltaje en el regulador electrónico de velocidad, a las cuales se atribuye el 49.1% de los MW desviados durante el periodo de evaluación.

Pocos vitales Central Playas:

Desalineación del anillo distribuidor y pérdida de aislamiento en el conjunto rotor-estator, los cuales causaron el 39.90% de los MW desviados en el periodo evaluado.

En consecuencia de este análisis se emprendieron las siguientes acciones:

- Estudio de aceites del regulador hidráulico de velocidad de la Central Guatapé para el cual se implementó un procedimiento de buenas prácticas en manejo de aceite.
- Cambio de las fuentes del regulador electrónico de velocidad de la Central Guatapé.
- Cambio de segmentos guía deslizantes del distribuidor de las unidades de la Central Playas.
- Análisis de causa raíz de las fallas del conjunto rotor estator.

Las mejoras anteriores han permitido un incremento promedio de la confiabilidad de 0.98% para las unidades generadoras, como puede observarse en la figura N° 2 (página siguiente), lo cual representa ingresos adicionales por US\$3.27 millones anuales.

Estos resultados ofrecen como valor agregado, una mayor flexibilidad de los mantenimientos programados frente a la solicitud de cambio de fechas de intervenciones para dar cumplimiento a los compromisos de entrega de energía o bien, a solicitud del administrador del sistema para facilitar una mejor distribución de las indisponibilidades.

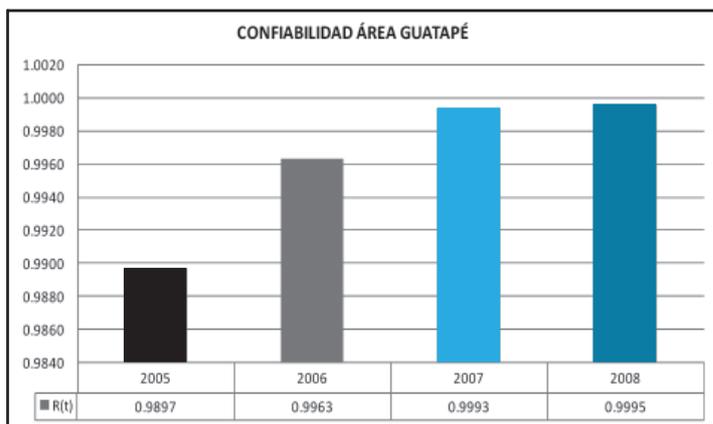


Figura 2.

2. Grupo de estudio en confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD)

Este grupo de estudio ha sido una herramienta eficaz y de alto impacto dentro de la estrategia de confiabilidad, ya que fortalece la base de conocimiento y asegura su permanencia en la empresa, disminuyendo a la vez el ciclo de aprendizaje de quienes se integran por primera vez a los grupos de trabajo o asumen nuevos roles dentro de ellos.

De este grupo han surgido las iniciativas de implementación de las metodologías de optimización del mantenimiento y la conformación del equipo que trabaja actualmente en el modelamiento de confiabilidad de las plantas.

En el corto plazo se espera incluir este grupo dentro del programa de gestión del conocimiento para garantizar la continuidad de los procesos de mejora de la confiabilidad y disminuir el riesgo de pérdida de conocimiento por rotación o desvinculación del personal.

3. Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)

Se han conformado en el Área los grupos de análisis RCM, iniciando con el análisis de sistemas críticos como los reguladores de velocidad de la Central Guatapé y el sistema de refrigeración de las unidades de la Central Playas, los cuales fueron desarrollados como pruebas piloto para el adiestramiento y aprehensión de la metodología.

Estas experiencias permitieron identificar que uno de los principales errores en su implementación y desarrollo fue el exagerado nivel de detalle con el que se realizó el análisis de los equipos seleccionados, que llevó a percibir el RCM como una metodología larga y desgastante.

Sin embargo, el alto grado de conocimiento que sobre el proceso y los equipos se logra con

RCM, llevó a que con las lecciones aprendidas de las experiencias piloto, se iniciarán dos nuevos análisis, teniendo a la fecha finalizados los análisis RCM para las unidades de generación de la Central Playas y la Central Guatapé.

En total fueron analizadas 335 funciones (178 en Playas y 157 en Guatapé) en 56 sesiones de análisis (28 por Central), que concluyeron con la redefinición del plan de mantenimiento de las unidades de generación, cuyas características se presentan en la figura No. 3.

En la actualidad se encuentran en implementación y evaluación las modificaciones de los programas de mantenimiento respectivos.

Se destaca que el desarrollo del contexto operacional eleva el nivel de conocimiento de las unidades de generación y que el análisis de funciones se convierte en insumo para la aplicación de las demás metodologías, como el Análisis de Modos de Falla, Efectos y Criticidad (FMECA) y el Diagrama de Bloques Funcionales (DBF).

Adicionalmente, la aplicación de RCM ha generado un cambio cultural frente al objeto de mantenimiento, pasando de un enfoque de mantenimiento de equipos a un mantenimiento de funciones.

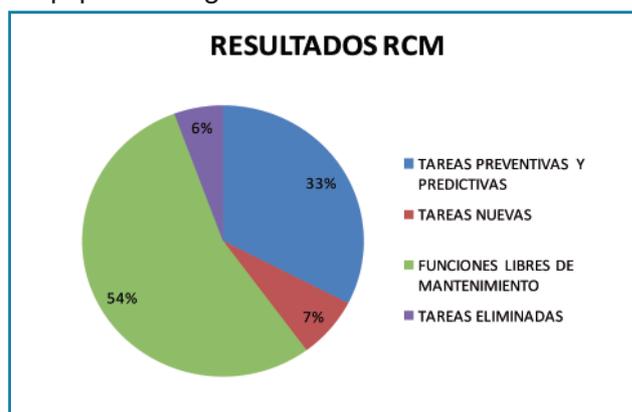


Figura 3.

4. Análisis de causa raíz RCA

La aplicación de esta metodología ha dado lugar a los estudios de vida útil residual de los cables de potencia y del aislamiento de los estatores de las unidades de generación.

La implementación de soluciones tras el análisis se ha extendido a las demás centrales de generación y ha reducido el nivel de riesgo en las plantas al minimizar las posibilidades de ocurrencia de fallas de alto impacto, logrando un beneficio importante frente a la continuidad del negocio.

5. Optimización del mantenimiento planeado (PMO)

Se realizó un trabajo de seguimiento a la cantidad de horas-hombre (HH) invertidas en el mantenimiento a equipos periféricos de cada una de las plantas durante los años 2007 y 2008 y se determinó que estos consumen alrededor del 46% de las HH efectivas de mantenimiento, equivalentes a 35.282HH anuales.

Adicionalmente se identificaron equipos que a pesar de tener mantenimiento preventivo, demandaban hasta 8.4 veces más HH de mantenimiento correctivo, lo cual es una clara indicación de la ineffectividad de las tareas de mantenimiento preventivo asociado.

A partir de los resultados anteriores se ha iniciado el análisis PMO a equipos periféricos, con el fin de mejorar la confiabilidad de estos a través de un mantenimiento preventivo pertinente y optimizado, con la eliminación de tareas que no agregan valor y, en cambio, sí demandan recursos.

Se tienen en análisis un total de 59 equipos en la Central Guatapé y 44 en la Central Playas.

Se espera transformar el 50% de las horas-hombre de mantenimiento de equipos periféricos a mantenimiento basado en condición y emplear el tiempo optimizado en labores proactivas para el mejoramiento de la confiabilidad.

Como efecto positivo de la aplicación de esta metodología con total participación del personal operativo, se percibe una mayor motivación y conciencia del verdadero objetivo de las labores de mantenimiento, una vez fue superada la resistencia inicial, debida a la idea de que el objetivo de este análisis era la reducción de personal, lo cual requirió de una labor de administración del cambio, que se ha extendido a las demás iniciativas de redimensionamiento del mantenimiento.

Conclusiones

La aplicación conjunta de diferentes metodologías de optimización de mantenimiento y confiabilidad le ha permitido al Área Guatapé:

- Identificar fallas de alto costo e implementar soluciones inmediatas para dar garantía de disponibilidad de las plantas.
- Determinar las prácticas de mantenimiento pertinentes para las diferentes categorías de equipos existentes en las plantas, optimizando el uso de los recursos y mejorando la eficiencia operativa de los sistemas.
- Promover la cultura de la confiabilidad en todos los niveles ocupacionales de mantenimiento a través de las diferentes metodologías con el fortalecimiento de las habilidades de análisis de datos y fallas.

- Plantear la gestión del mantenimiento no como un parámetro de entrada del proceso de optimización económica de la generación sino como un resultado entregado por el mismo.
- Demostrar que la implementación y desarrollo de una estrategia de confiabilidad no depende del uso de herramientas informáticas o paquetes de software específicos, sino que cada metodología puede estar apoyada en desarrollos propios e incluso simples, por lo cual el acceso a estas herramientas no es una limitación dentro de los programas de confiabilidad.
- Identificar la necesidad de hacer una correcta administración del cambio, que facilite la implementación de la estrategia de confiabilidad, partiendo de la inclusión de los empleados de todos los niveles en el desarrollo de las metodologías.

Bibliografía

- [1] AMENDOLA, L. "Modelos Mixtos de Confiabilidad".
- [2] DIAZ MATALABOS, L. "Confiabilidad en Mantenimiento"
- [3] KELLY, A. "Gestión del Mantenimiento Industrial"
- [4] MOUBRAY, J.M. "Reliability Centered Maintenance".
- [5] MORA, L. "Mantenimiento Estratégico Industrial".
- [6] SAE: "A Guide to the Reliability-Centered Maintenance-RCM-Standard: SAE JA1012"
- [7] SILVA, P. "Mantenimiento en la Práctica"
- [8] TORRES, L. "Mantenimiento: Su Implementación y Gestión"
- [9] TURNER, S. "La Garantía de la Confiabilidad de la Empresa Basada en la Optimización del Mantenimiento Planeado"
- [10] TURNER, S. "PMO- Planned Maintenance Optimisation".