

Caso de Éxito La ruta hacia la certificación: Experiencia de EPM en la implementación de los requisitos de la norma ISO 55001 en el Mantenimiento de Subestaciones y Líneas de Transmisión y Distribución energía.

John Fredy Toro Jaramillo
Carrera 58 # 42 – 125
Medellín – Colombia

Resumen

EPM es una empresa multilatinas de servicios públicos domiciliarios que implemento su sistema de Gestión de Activos conforme a la norma ISO 55001 en los procesos de Transmisión y Distribución energía, siendo foco la Unidad Subestaciones y Líneas T&D. Este proceso, que integra metodologías como taxonomía, criticidad, planes de mantenimiento optimizado, gestión del cambio y análisis CRD (Costo, Riesgo y Desempeño), ha mejorado la confiabilidad, disponibilidad y sostenibilidad de más de 40,000 activos eléctricos entre 13.2 kV y 500 kV. Mediante su plan operativo y herramientas avanzadas como EAM MAXIMO, QLIK Sense y modelación BIM, se han logrado decisiones informadas, intervenciones exitosas y un modelo replicable para el sector eléctrico. La experiencia es un referente para operadores interesados en alinear sus sistemas con principios de sostenibilidad, eficiencia y cumplimiento regulatorio.

Introducción

La gestión de los activos de la unidad Subestaciones y Líneas de EPM, con la implementación de la norma ISO 55001 ha transformado radicalmente la eficiencia del mantenimiento, convirtiéndola en un pilar estratégico de la operación. Este enfoque comienza con una **Taxonomía** estructurada

incluyendo la clasificación de los activos en **FAMILIA/CLASE/TIPO**, el listado de sus características técnicas y modos de fallas, apalancado con un análisis riguroso de la **Criticidad** en cinco factores de impacto, el Financiero, la Seguridad de las Personas, lo Ambiental, la Calidad del Servicio y la Reputación, que permite priorizar y clasificar más de 40,000 activos según su importancia estratégica.



Fig. 1 Taxonomía.

Cuando convinamos estrategias cómo **RCM** y **Planes de Mantenimiento Optimizado (PMO)**, las cuales integran metodologías preventivas y basadas en condición, se ha logrado un balance ideal entre confiabilidad y costos. Estas estrategias se ven potenciadas por herramientas tecnológicas como el EAM MAXIMO de IBM, que no solo centralizan la información, sino que facilitan el seguimiento y control del ciclo de vida de los activos (LCC).

El éxito de esta gestión también radica en la calidad de los datos, asegurando que cada decisión esté fundamentada en información precisa. Aquí, el análisis de Costo, Riesgo y Desempeño (CRD) juega un rol clave al evaluar la relación entre inversiones, riesgos operativos y resultados, permitiendo ajustes dinámicos que optimizan la operación.

Este trabajo expone cómo la implementación de los requisitos de la norma ISO 55001, apalanca la alineación de los objetivos operacionales, los tácticos y los estratégicos con estándares internacionales, mejorado la eficiencia del mantenimiento, fortaleciendo la sostenibilidad, el cumplimiento regulatorio y la continuidad operativa.

La gestión de activos como pilar estratégico

EPM, una empresa multilateral que opera en siete países y lidera seis líneas de negocio (generación, transmisión y distribución de energía, gas, provisión de aguas, aguas residuales y gestión de residuos sólidos), ha consolidado la gestión de activos como un componente clave de su estrategia corporativa. En 2023, se logró la certificación en los requisitos de la norma ISO 55001 con un grado de madurez de 3.2, marcando un hito en la gestión eficiente y sostenible de los activos que soportan nuestras operaciones.



Fig. 2 Negocios EPM

Como operadores de red intensivos en activos, la adopción e implementación de la norma ISO 55001 nos ha permitido implementar un enfoque estructurado que abarca desde la planificación estratégica hasta el mantenimiento y la operación. Este marco asegura la alineación con los principios de costo, riesgo y desempeño, pilares fundamentales que guían nuestras decisiones para maximizar el valor económico de los activos a lo largo de su ciclo de vida (LCC).



Fig. 3 ciclo de vida del activo

Cumplimiento de la norma ISO 55001: Claves del proceso

Para EPM certificarse en el cumplimiento de la norma ISO 55001 ha sido un proceso transformador que ha permitido establecer un marco estratégico para la gestión eficiente de activos, además de cumplir con la **CREG 015 de 2018** que es la resolución emitida por la **Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG)** de Colombia, que establece las condiciones para la **gestión de activos en empresas del sector eléctrico**. Este reglamento busca garantizar que las empresas adopten prácticas eficientes, sostenibles y alineadas con estándares internacionales, en este caso la norma ISO 55001, para optimizar el desempeño de los activos, minimizar riesgos y mejorar la calidad del servicio eléctrico. Incluye disposiciones sobre planificación, operación, mantenimiento y evaluación de los activos, promoviendo decisiones basadas en el análisis de costo, riesgo y desempeño.

Aunque existen muchas metodologías aplicables que nos permiten optimizar nuestras operaciones es fundamental una planificación estratégica, que busque maximizar el valor de

los activos a lo largo de su ciclo de vida, asegurando una operación confiable y sostenible; esta planificación estratégica debe ser basada en la estructura del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) ya que es clave para estructurar y optimizar los planes de mantenimiento, integrando estrategias preventivas y basadas en condición que responden a las necesidades específicas de cada activo.

El análisis de Costo, Riesgo y Desempeño (CRD) se posiciona como otro pilar esencial de este enfoque en la verificación, permitiendo evaluar la efectividad de los esfuerzos económicos, los riesgos potenciales y el desempeño de los activos, para tomar las decisiones operativas en tiempo real. Al sistematizar esta información por medio de un BI cómo una herramienta tecnológica materializada en Qlik Sense, logramos garantizar un monitoreo dinámico de los activos, mejorando la calidad de los datos y facilitando una toma de decisiones basada en evidencia. Este enfoque no solo asegura el cumplimiento de indicadores sino que también fortalece la eficiencia operativa y permite que la unidad Subestaciones y Líneas T&D, aporte significativamente a los resultados económicos de EPM.

Impactos alcanzados: Resultados en cifras y prácticas

Los impactos alcanzados han sido significativos, reflejados en cifras y prácticas que evidencian una mejora continua a lo largo de los últimos cinco años, cómo tendencias positivas en estabilidad de costos de mantenimiento, reducción de tasa de fallas y cumplimiento en indicadores de prestación del servicio. Estos resultados no solo destacan la capacidad de la organización para adaptarse a un entorno regulatorio cada vez más exigente, sino también su compromiso con la responsabilidad social empresarial.

a) Optimización de costos y aumento de la confiabilidad

A través de estrategias como los Planes de Mantenimiento Optimizado (PMO) y el uso de herramientas como IBM Máximo, se ha logrado estabilización en los costos de mantenimiento, optimizando el uso de recursos sin comprometer la confiabilidad de los activos. Estas acciones han permitido mantener la disponibilidad operativa en niveles óptimos, garantizando el cumplimiento de las metas estratégicas y fortaleciendo la resiliencia de la infraestructura.

b) Sostenibilidad ambiental y cumplimiento regulatorio

El compromiso de EPM con la sostenibilidad se refleja en prácticas que priorizan la gestión responsable de los recursos, alineándose con estándares ambientales y normativos. Esto incluye la implementación regulatoria en sus procesos para minimizar el impacto ambiental, cumpliendo con las regulaciones locales e internacionales. A pesar de los retos impuestos por normativas más estrictas, la empresa ha cumplido su indicador IGAE (Índice de Gestión Ambiental Empresarial) el cual es un reflejo directo de la Gestión de Activos.

c) Mejora en los indicadores clave de desempeño

La adopción de todas estas metodologías ha resultado en mejoras tangibles en indicadores como el Tiempo Medio de Reparación (MTTR), el tiempo medio entre fallas (MTBF), aumentando la disponibilidad de los activos y la reducción del backlog de órdenes de trabajo. Estas métricas reflejan una integralidad y correlación entre sus diferentes procesos, lo que quiere decir que la alineación permite

consecuencias positivas en toda su cadena de valor.



Fig. 4 Ciclos de medición CRD

Retos y cuellos de botella: Aprendizajes en el camino

Aunque los resultados han sido muy positivos no estuvimos exentos de retos. Los aprendizajes adquiridos en el proceso destacan la importancia de abordar aspectos culturales, técnicos y operativos de manera integral para superar cuellos de botella y garantizar el éxito del sistema de gestión de activos.

a) Gestión del cambio (MOC) y adopción de nuevas tecnologías

Cambiar la cultura organizacional fue uno de los desafíos más grandes. La gestión del cambio (MOC) se convirtió en una metodología clave para integrar la visión de la norma ISO 55001 en todos los niveles de la organización. Promover la aceptación de de nuevas formas de trabajar, romper con brechas generacionales y adoptar nuevas tecnologías avanzadas implicó no solo capacitar y concientizar al personal, sino también demostrar cómo estas metodologías y herramientas pueden simplificar procesos complejos y mejorar la toma de decisiones. Este enfoque permitió transformar la resistencia inicial en un compromiso activo hacia la adopción de la gestión de activos.

b) Necesidad de calidad en los datos para decisiones confiables

La calidad de los datos emergió como un

requisito crítico. Gestionar activos con más de 65 años de antigüedad, recopilando información sobre características técnicas, normativas, historiales de mantenimiento y condiciones actuales, fue un desafío monumental. La consolidación de esta información en un único sistema permitió generar una analítica precisa y confiable. Con EAM Máximo y Qlik Sense, se habilitó la capacidad de transformar datos dispersos en conocimiento estratégico, estableciendo una base sólida para decisiones informadas y argumentadas acciones de mejora.

c) Limitaciones en recursos humanos y cómo se abordaron

Una percepción inicial común era que la falta de personal capacitado representaba la mayor barrera para reducir el backlog de órdenes de trabajo. Sin embargo, el análisis de datos reveló que optimizar las estrategias de intervención, basándose en el mantenimiento por condición y en la priorización de anomalías detectadas, era más eficaz que aumentar la cantidad de recursos humanos. Este enfoque permitió redistribuir esfuerzos, priorizar tareas críticas y mejorar la eficiencia operativa, demostrando que la clave no estaba en más recursos, sino en utilizar mejor los existentes.



Fig. 5 Tablero de seguimiento Calidad de Datos

Tecnología y digitalización como habilitadores claves

La integración de herramientas avanzadas ha permitido estructurar y optimizar procesos

clave, desde la taxonomía y la criticidad hasta las estrategias de mantenimiento, asegurando una operación sostenible y en constante evolución.

a) **Uso de IBM Máximo y herramientas analíticas como Qlik Sense**
Para cumplir con los numerales de la norma ISO 55001, especialmente aquellos relacionados con la planificación estratégica (Numeral 6), la operación y el mantenimiento (Numeral 8), y la evaluación del desempeño (Numeral 9), se adoptó el software EAM Máximo de IBM como plataforma central. Este sistema, robusto en su configuración nativa y adaptable a las necesidades específicas de la organización, se convirtió en el núcleo de la gestión de activos. Su capacidad de integrar diferentes fuentes de información, como datos financieros, bases de personal, sistemas de georreferenciación y bases de datos técnicas, ha sido crucial para garantizar la calidad y disponibilidad de la información.

Además, EAM Máximo se ha complementado con la herramienta de inteligencia empresarial Qlik Sense, que permite analizar y extraer datos de forma ágil y precisa. Esta combinación ha potenciado la capacidad de generar reportes dinámicos y realizar un seguimiento en tiempo real del estado y proyección de los activos, facilitando una toma de decisiones informada y estratégica.



Fig. 6 EAM Máximo

b) **Digitalización de procesos: Modelos BIM**
El proceso de digitalización también incluyó la implementación de gemelos digitales mediante la herramienta de modelación BIM, lo que ha permitido un enfoque innovador en la gestión de activos. Con esta tecnología, alineada a los principios del Numeral 8 de la norma, EPM puede visualizar y gestionar sus activos desde una perspectiva más amplia y detallada sin necesidad de desplazamientos constantes a los sitios operativos. Este modelo digital integra información técnica, operativa y geoespacial en un entorno visual que mejora la planificación, reduce los tiempos de respuesta y optimiza los recursos.



Fig. 7 Gemelo digital Subestación Modelo BIM

Casos prácticos: Ejemplos que transformaron la gestión

Se busca que los desafíos operativos se desarrollen bajo un enfoque estructurado, que combine planificación, ejecución, seguimiento y control, por lo cual podemos decir que aunque la adopción de los requisitos de la norma fueron implementados por la resolución CREG 015 del 2018, como exigencia a los operadores de red en Colombia y solo para el negocio de distribución energía, EPM decidió permear de forma gradual todos sus negocios en las diferentes filiales a nivel mundial, buscando así la estandarización de todos sus procesos entre filiales y países.

Este es un reto que requiere de tiempo y de un camino largo por recorrer y aunque no ha sido fácil ya se ha logrado la certificación en otros procesos como la Transmisión de energía, abarcando todas sus filiales a nivel nacional a nivel de distribución energía.

a) **Reducción de costos de mantenimiento en activos críticos**

Conforme al Numeral 6 de la norma, la planificación estratégica de los activos permitió identificar aquellos de mayor criticidad y definir estrategias de mantenimiento basadas en inspecciones periódicas y análisis de variables clave. Esto, se estableció un sistema robusto de seguimiento y evaluación que permitió detectar desviaciones tempranas y priorizar intervenciones de manera eficiente. La aplicación de la metodología RCM (Mantenimiento Basado en Confiabilidad) ayudó a focalizar los esfuerzos en los modos de falla más relevantes, reduciendo costos operativos y garantizando la confiabilidad de los equipos críticos.



Fig. 8 Dashboard Qlik Sense Proyección costos de Mantenimiento.

b) **Decisiones estratégicas basadas en análisis CRD**

Cómo bien lo mencione, el análisis CRD ha sido central en la implementación del Numeral 9, facilitando la evaluación continua del desempeño de los activos. Esta herramienta no solo permitió monitorear el esfuerzo económico invertido, sino también priorizar las intervenciones ya que esta basada en los cinco factores críticos adoptados por la organización. Además, el

seguimiento de indicadores clave como el SAIDI, el SAIFI, Indicadores de disponibilidad de activos, el Nivel del grado de madures del sistema de gestión de activos, indicadores de seguridad como el TALI, ambientales como el IGAE y El Comisionamiento, ha asegurado un control riguroso de los objetivos operativos y su alineación con las metas estratégicas.

Existe un componente adicional que serían las **oportunidades**, estas emergen al implementar y conocer los procesos internos y el estado de los activos. Son identificadas mediante el análisis sistemático y el seguimiento continuo, permitiendo intervenir estratégicamente en el ciclo **PHVA** (Planear, Hacer, Verificar, Actuar).



Fig. 9 Ciclo PHVA

Desde la perspectiva de la **ISO 55001**, el **Numeral 10**, enfocado en la mejora continua, resalta cómo estas oportunidades no solo impulsan ajustes en los planes de mantenimiento y operaciones, sino que también generan valor adicional por las acciones implementadas, identificando mejoras innovadoras en los procesos, redefiniendo prioridades estratégicas y alineando las decisiones operativas con los objetivos organizacionales de largo plazo.

De esta forma, el análisis **CRDO** no solo garantiza un control eficaz de los activos, sino que también habilita un camino para transformar los desafíos operativos, obteniendo avances significativos que fortalecen los resultados de la organización.

c) **Intervenciones en transformadores de potencia y su impacto**

Como caso práctico, uno de las evidencias más representativas, han sido la intervención en transformadores de potencia, donde se implementaron metodologías avanzadas para evaluar su salud y su vulnerabilidad, a través del análisis de su criticidad y la implementación de mantenimientos preventivos y basados en condición, el cual se enfoca en el uso de pruebas cromatográficas, fisicoquímicas y eléctricas, sumado al análisis del historial de sus variables de más de 25 años, lo que ha permitido identificar patrones de deterioro y planificar intervenciones oportunas. Este enfoque integral, complementado con un sistema de seguimiento continuo, redujo significativamente la tasa de fallas y minimizó los riesgos asociados a paradas no programadas, garantizando la continuidad del servicio y optimizando los recursos financieros.



Fig. 10 Intervención de mantenimiento en un Transformador de Potencia.

CONCLUSIONES

La implementación de la norma ISO 55001 en la gestión de activos de la Unidad Subestaciones y Líneas de Transmisión y Distribución de energía de EPM, ha demostrado ser un modelo integral, eficaz y replicable, que transforma desafíos operativos en oportunidades

estratégicas. Este logro evidencia cómo una gestión estructurada, basada en los principios de costo, riesgo, desempeño y oportunidades, puede maximizar el valor de los activos y garantizar operaciones confiables y sostenibles.

- **Planificación estratégica (Numeral 6):** La creación de una taxonomía clara, el análisis de criticidad y la definición de estrategias de mantenimiento como los Planes de Mantenimiento Optimizado (PMO) han permitido establecer un enfoque proactivo que optimiza recursos y mejora la confiabilidad de los activos. Este marco ha alineado las operaciones con los objetivos corporativos y ha creado una hoja de ruta clara para el mantenimiento eficiente de más de 40,000 activos eléctricos pertenecientes a la unidad Subestaciones y Líneas T&D.
- **Operación y seguimiento (Numeral 8):** El ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) se ha integrado como base para la gestión de las operaciones y el mantenimiento. La implementación de herramientas como EAM Máximo y Qlik Sense ha sido crucial para el monitoreo en tiempo real, permitiendo la identificación temprana de anomalías, la priorización de intervenciones y el seguimiento continuo de los indicadores clave de desempeño, como el MTTR, el MTBF y la disponibilidad de los activos, además de los indicadores operacionales.
- **Evaluación del desempeño (Numeral 9):** El análisis de Costo, Riesgo y Desempeño (CRD) se ha consolidado como el eje para la toma de decisiones estratégicas, al evaluar de forma integral el impacto financiero, ambiental, de seguridad, reputación y calidad del servicio. Esta herramienta no solo ha permitido optimizar inversiones, sino también priorizar riesgos y fortalecer la resiliencia de la operación.

- **Adopción tecnológica (Numerales 7 y 8):**
La digitalización a través de herramientas como los modelos BIM y los sistemas de análisis avanzados han proporcionado una visión integral del estado de los activos, facilitando decisiones informadas desde el escritorio y reduciendo la necesidad de intervenciones en sitio. Este enfoque ha mejorado significativamente la gestión de transformadores de potencia, Interruptores, Activos de servicios auxiliares y otros activos críticos, reduciendo la tasa de fallas y garantizando la continuidad operativa.

El recorrido de EPM en la implementación de la norma ISO 55001 subraya que una gestión de activos basada en datos confiables, tecnología avanzada y procesos bien definidos no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también refuerza el compromiso con la sostenibilidad, el cumplimiento regulatorio, la calidad del servicio y la responsabilidad social empresarial. Este modelo no solo consolida a EPM como una referente multilatina en la industria, sino que también traza un camino claro para otras organizaciones que buscan transformar sus operaciones en un entorno cada vez más exigente.

REFERENCIAS

[1] Normas ISO 55000, 55001 y 55002: Establecen el marco, requisitos y directrices prácticas para maximizar el valor de los activos mediante una gestión eficiente de los mismos.

[2] Norma ISO 14224: Establece la forma estandarizada para clasificar y codificar activos, facilitando la uniformidad en la gestión de datos de confiabilidad y mantenimiento.

[3] Documentación Oficial de IBM la cual ofrece manuales, guías de usuario y documentos técnicos en su sitio web oficial para EAM Máximo.

[4] Qlik Sense es una plataforma de análisis de datos y business intelligence que permite explorar, visualizar y compartir información de forma interactiva, facilitando decisiones informadas a través de análisis intuitivos y en tiempo real.

[5] Software Revit este permite generar representaciones digitales en 3D de obras civiles, edificios o infraestructura varias, por medio de datos geométricos y físicos de sus elementos.

John Fredy Toro Jaramillo: Ingeniero de Productividad y Calidad graduado del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, actualmente me desempeño como profesional Operación Negocios en EPM desde al año 2009, enfocado en la gestión de mantenimiento de los procesos de Transmisión y Distribución energía. Tengo especializaciones en Gerencia de Proyectos y Gestión de Activos. Me gusta la gestión de activos y todo lo relacionado con gestión del mantenimiento. Reconocido por ser una persona disciplinada con comunicación asertiva, proactivo, carismático, paciente y gusto por trabajar en equipo.

1. Nombre del autor: John Fredy Toro Jaramillo,
2. Teléfono
 - a. Residencia: N/A
 - b. Oficina: 3808308
 - c. Celular: 3005609887
3. Dirección del autor(es)
 - a. Residencia: Cr 65F # 30 C -10 Apto 620
 - b. Oficina: Carrera 58 # 42 – 125
 - c. E. mail: John.toro.jaramillo@epm.com.co,
 - d. Ciudad: Medellín
 - e. País: Colombia