

ACIEM

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS

Edición 154 ▲ Abril / Junio 2024 ▲ Licencia de Mingobierno No. 3974 ▲ Valor no Afiliados \$5.000 ▲ ISSN 0121-9715t

45 años trabajando por el Mantenimiento en el país





8° CONGRESO MUNDIAL
DE MANTENIMIENTO Y
GESTIÓN DE ACTIVOS



Asociación
Colombiana
de Ingenieros

CONFERENCIAS
MAGISTRALES



TRABAJOS
ACADÉMICOS



FERIA INDUSTRIAL
Y COMERCIAL



RUEDA DE NEGOCIOS



CARTAGENA DE INDIAS

 **abraman**
associação brasileira
de manutenção e gestão de ativos

Federación Iberoamericana
de Mantenimiento


21 · 22 · 23 MAYO · 2025

Centro de Convenciones Cartagena de Indias · Colombia

¡RESERVA ESTA FECHA!



22° Congreso
Iberoamericano de Mantenimiento



27° Congreso Internacional de
Mantenimiento y Gestión de Activos - CIMGA



320 563 31 86

311 491 2470



comercializadora@mercadeoyc.org



congresomundialdemantenimiento.co

Hoy damos un paso más.
PRESENTAMOS



MAGNEX

la marca que llega para continuar el legado de

STORK

en nuestro camino de **excelencia,**
seguridad e integridad.

WWW.MAGNEXGROUP.COM

DESCARGA LA APP ACIEM

¡DESCUBRE **EL PODER DE LA INGENIERÍA** EN TUS MANOS!



CONGRESOS



CONFERENCIAS



CONVENIOS



CAPACITACIONES



Conoce la actualización de **nuestra App**, descubre los mejores **contenidos** y disfruta de todos los **servicios** que **ACIEM** tiene para Ti.



APP STORE



PLAY STORE

Por el país que queremos

¡Sí a la ética!



EJERCER LA INGENIERÍA CON VERACIDAD ES:

Promover la confianza en nuestras relaciones profesionales



EJERCER LA INGENIERÍA CON INTEGRIDAD ES:

Tener en cuenta la equidad de género en el ejercicio de la profesión



EJERCER LA INGENIERÍA CON RESPONSABILIDAD ES:

No sacrificar calidad o seguridad por precio



EJERCER LA INGENIERÍA CON PRECISIÓN ES:

Utilizar nuevas tecnologías con precaución y prudencia, validando los resultados

ACIEM apoya los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Red Pacto Global de la ONU





ISSN 0121-9715t

JUNTA DIRECTIVA 2022-2025

Daniel Enrique Medina - **Presidente**
 Nelson Ricardo Navarrete Hernández - **Vicepresidente**
 Ismael E. Arenas Arenas - **Presidente Anterior**
 Pedro Alfonso Rosales Navarro - **Fiscal**

Antonio García Rozo, Daniel Flórez Pérez, Jorge Ignacio Ramírez Garzón, Alfonso Manrique Van Damme,
 Jorge Pinto Nolla, Gabriel Sánchez Sierra, Rafael Alfonso Ortiz Sepúlveda, Gustavo Suárez Díaz,
 Carlos de Jesús Pantoja García, Alejandro Gómez Cepeda, Luis Fernando Sanz González, Elbert López Ortiz.
 Luz Marina Oviedo de Cuevas - Directora Ejecutiva

PRESIDENTES CAPÍTULOS Y SECCIONALES

Juan Carlos Orrego Barrera - **ACIEM Seccional Antioquia**, Carlos Arturo Cárdenas Guerra - **ACIEM Atlántico**,
 Lucy Rico Sermeño - **ACIEM Bolívar**, María Luisa Pedraza Canaria - **ACIEM Boyacá**,
 José Jesús Arias Orozco - **ACIEM Caldas**, Jorge Ignacio Ramírez Garzón - **ACIEM Seccional Cundinamarca**,
 Lina María Gaviria Mora - **ACIEM Huila**, Edgar Alfonso Santos Hidalgo - **ACIEM Norte de Santander**,
 Luis Alejandro Buitrago Botero - **ACIEM Quindío**, Alexander Molina Cabrera - **ACIEM Risaralda**,
 Rafael Ortiz Sepúlveda - **ACIEM Seccional Santander**, Diego Escobar Sánchez - **ACIEM Valle**

DIRECTORES COMISIONES DE ESTUDIO

Jairo Espejo Molano - **Infraestructura de Transporte**, Daniel Flórez Pérez - **Promoción y Desarrollo Empresarial**,
 Andrés Izquierdo - **Energía**, Hernando Jaramillo Marín - **Electrónica**,
 Carlos Alberto Silva Olarte - **Transformación Digital, Innovación y Nuevas Tecnologías**,
 Lorena García Posada - **Diversidad e Inclusión**, Germán Noguera Camacho - **Ética**,
 Juan Carlos Villegas Vera - **Mantenimiento y Gestión de Activos**

DIRECTOR EDITORIAL Antonio García Rozo	CONSEJO EDITORIAL Antonio García Rozo Luz Marina Oviedo de Cuevas PRODUCCIÓN PERIODÍSTICA Diana Patricia Castellanos Martínez Carlos Alberto Espitia Otálora	DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN Diseño de Portada Departamento de Comunicaciones ACIEM Fotografías ACIEM/ Freepik/ Envato Elements Diseño y diagramación Think Designers
--	---	--

Presidencia Nacional

Calle 70 No. 9- 10 Bogotá. Colombia. PBX: 312 73 93
 presidencianacional@aciem.org.co

ACIEM expresa a sus lectores que la responsabilidad del contenido de los artículos presentados en esta edición es única y exclusivamente de sus autores.


EDITORIAL

- 8** Colombia requiere una política pública de mantenimiento y gestión de activos en el Estado


ENERGÍA

- 11** Las comunidades energéticas son un camino para democratizar la energía
- 18** Evolución de los Embalses en Colombia Noviembre 2023 a Mayo 2024
- 20** Experiencias del ‘Niño’ 2023-2024


SECCIONALES

- 27** Proyecto piloto de comunidades energéticas en Santander


MUJERES EN INGENIERÍA

- 31** “Debemos resaltar la relevancia y el impacto social de la Ingeniería a nivel mundial”: Claudia Ximena Bustamante


MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

- 34** Casos de éxito y tendencias en el Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos 2024
- 38** Premio ACIEM a la Ingeniería de Mantenimiento
- 41** Una mirada integral del liderazgo en gestión de activos
- 45** “Ingenieros son fundamentales en la Política de Reindustrialización”: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
- 48** ¿Cómo la planeación de mantenimiento ayuda a la gestión de las Mipymes?

- 50** ¿Cómo la transformación digital se convierte en una herramienta para optimizar el desempeño de los activos e infraestructura?
- 54** Mantenimiento prescriptivo, un paso más allá de la predicción
- 58** Inteligencia Artificial aplicada a mantenimiento


ACIEM EN LOS MEDIOS

- 64** “Se debe declarar emergencia energética para afrontar ‘El Niño’”: ACIEM
- 65** “Es urgente ahorrar más del 5% de energía para enfrentar ‘El Niño’”: ACIEM


SOCIALES

- 66** XXVI Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos Comunidades energéticas
- 67** Ex Presidentes ACIEM ACIEM en el Senado de la República

Colombia requiere una política pública de mantenimiento y gestión de activos en el Estado



DANIEL ENRIQUE MEDINA
PRESIDENTE ACIEM

Según cifras de la Agencia Nacional de Defensa Jurídica del Estado (Andje), en el 2020 la Nación enfrentó 1.579 demandas con reclamaciones superiores a los 2 billones de pesos, debido a accidentes causados por la falta de mantenimiento en las vías, deficiente iluminación y ausencia de señalización en las mismas y para el año 2022, este número alcanzó las 2.660 demandas activas.

En 2023 un informe de la Procuraduría General de la Nación, evidenció el grave estado de la infraestructura escolar de las instituciones oficiales del país especialmente en las zonas rurales, donde existen sedes educativas de 40 años o más de construcción, muchas de las cuales tienen más de cinco años sin mantenimiento y no disponen de suministro regular de agua ni mobiliario escolar, señalando la necesidad inaplazable que las entidades territoriales realicen inversiones en mantenimiento y mejoramientos en infraestructura.

La situación de la infraestructura de los puentes no es distinta. Colombia ha sido víctima de la caída de varios de ellos, que han cobrado vidas humanas y recientemente un puente vehicular entre Barranquilla y Soledad colapsó, dejando como consecuencia la trágica muerte de cuatro personas.

La falta de mantenimiento en los puentes de Colombia, no solo pone en riesgo la vida de los ciudadanos, sino que también refleja que los presupuestos destinados a la infraestructura son insuficientes o desviados y las inspecciones de seguridad son esporádicas y/o deficientes.

En el caso del agua en los embalses ¿por qué llegamos a vivir un riesgo de racionamiento de energía?, precisamente porque este activo no se gestionó adecuadamente, lo dejamos llegar a un punto en el cual su capacidad no podía alimentar la ciudad y se tuvo que iniciar un proceso de racionamiento de agua y casi de energía eléctrica.

En caso de haber contado con un plan durante el último año y medio, para gestionar adecuadamente los embalses y concientizar a los ciudadanos sobre el ahorro de este importante recurso, se habría podido evitar los racionamientos al hacer una correcta gestión de este activo.

Estos cuatro ejemplos reflejan la necesidad de una revisión exhaustiva de los procesos de mantenimiento y gestión de activos de los recursos y la infraestructura del país, en diferentes sectores.

Para ACIEM es claro que el mantenimiento y la adecuada gestión de activos contribuyen a tomar decisiones informadas en relación con la inversión en los mismos; a cumplir con las normativas establecidas; a analizar los riesgos y cómo gestionarlos; a lograr mejores servicios y productos finales; a cumplir cabalmente con la responsabilidad social empresarial (RSE); a alcanzar una mejor sostenibilidad organizacional y obtener mayor efectividad en los procesos.

El país debe contar con una Política Pública de Mantenimiento y Gestión de activos con el compromiso frente a su implementación, dimensionar el valor que deben generar los activos y lograr que la política pública trascienda al periodo de Gobierno de cada Presidente de la República de forma exitosa.

En países como Australia, Nueva Zelanda, Inglaterra, Canadá y Estados Unidos, entre otros, los Gobiernos nacionales y algunos locales, han incorporado la Gestión de activos en varias de sus organizaciones estatales, con resultados altamente positivos para los grupos de interés o partes interesadas.

De igual manera, es necesaria la actualización del inventario de activos que posee el Estado, lo que también implica contar con herramientas informáticas adecuadas y un proceso de gestión documental para garantizar información confiable para las acciones que se adelanten posteriormente.

ACIEM estima que a partir de la información recopilada, se debería realizar un análisis de la criticidad de los activos identificados en el inventario, de acuerdo con su jerarquía, con el fin de disponer de manera adecuada los recursos y ejecutar las acciones que corresponden para su gestión en el ciclo de vida de los activos.

“ El mantenimiento y la adecuada gestión de activos contribuyen a tomar decisiones informadas en relación con la inversión en los mismos ”

A lo largo de las últimas décadas, el mantenimiento y la gestión de activos han sido dos herramientas fundamentales para garantizar el adecuado desarrollo de los procesos productivos de las industrias, minimizar las fallas y riesgos y maximizar la rentabilidad de las inversiones de cualquier organización, sin importar su tamaño o sector económico.

Para entender su importancia en la economía mundial, existen dos programas para medir los activos mundiales, uno a cargo del Banco Mundial (BM) y otro a cargo de la Organizaciones de las Naciones Unidas (ONU), los cuales se calculan con cuatro componentes para alrededor de 140 países, que representan el 95% del producto bruto mundial.

De acuerdo con el BM, de los activos que se miden en cada país se destacan: capital natural (tierras agrícolas, recursos forestales, áreas protegidas, minerales

y energía de origen fósil); capital producido (tierra urbana, edificios, maquinaria, equipo e infraestructura); capital humano (características de empleo y auto-empleo por país) y activos externos (activos y deudas en el exterior de los residentes de cada país y reservas en divisas, entre otros).

“ El país debe contar con una Política Pública de Mantenimiento y Gestión de activos con el compromiso frente a su implementación ”

Su importancia es tal, que la ISO (Organización Internacional de Normalización) ha creado varias normas para la gestión de activos y los sistemas de gestión de activos: 55000; 55001 e ISO 55002, cuyo objetivo es orientar a distintos agentes sobre la forma de mejorar la obtención de valor en sus organizaciones a partir de la base de los activos.

Desde hace 45 años ACIEM viene liderando la cultura del mantenimiento y gestión de activos en Colombia, siendo un importante referente en el país y a nivel internacional y las empresas del país han sido fundamentales en la concientización y apropiación de estos conceptos desde los niveles directivos, pasando por las áreas de Ingeniería, operación y mantenimiento. A través de conferencias, cursos, talleres y congresos internacionales, ACIEM ha convocado a lo más selecto del conocimiento nacional e internacional, actualizando a gerentes, Ingenieros, empresarios y profesionales de diversas áreas sobre los principales aspectos del mantenimiento y gestión de activos.

En esta edición, nuestros lectores tendrán la oportunidad de conocer los principales aspectos tratados durante el XXVI Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de activos que ACIEM organizó los días 24, 25 y 26 de abril en Bogotá, con la participación de representantes de Brasil, España, México, Portugal,

demonstrando una vez más la capacidad institucional para convocar a las empresas y a las industrias en estos temas estratégicos.

El reto para la Ingeniería frente al mantenimiento y la gestión de activos, es lograr el máximo rendimiento de los bienes o recursos de una organización para que la gestión de activos (*Asset Management*) sea una cultura empresarial que contribuya a la productividad de las empresas.

Y este es un aspecto de máxima importancia en la Política de Reindustrialización que lidera el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el mantenimiento y la gestión de activos serán claves en las cinco grandes apuestas: transición energética; agroindustrialización y soberanía alimentaria; reindustrialización basada en el sector salud; reindustrialización para la defensa y la vida, y una apuesta transversal por los territorios y su tejido empresarial.

Desde ACIEM somos conscientes de la responsabilidad de los Ingenieros y la Ingeniería en apoyar al desarrollo de la Política de Reindustrialización del país, para aportar nuestro talento, conocimiento y experiencia en la transformación de la economía y la sociedad y tener presente que, a través de la innovación en este campo es posible disminuir los riesgos, mejorar la seguridad y la productividad de los procesos de las empresas y las industrias, lo cual debe redundar en brindar mejores productos y servicios a los ciudadanos de forma sostenible.

Finalmente, es importante alinear la Política Pública de Mantenimiento y Gestión de activos en el Estado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU ha propuesto al 2030, con el fin de trazar estrategias que fomenten el crecimiento económico y aborden necesidades esenciales como infraestructura; industria; energía asequible; agua y saneamiento; educación; generación de empleo; reducción de la pobreza y ciudades sostenibles, entre otros, con la activa participación de las Ingenieras e Ingenieros quienes tienen el compromiso de ayudar a la construcción de un mejor país en las próximas décadas. ▲

“Las comunidades energéticas son un camino para democratizar la energía”

POR: MARÍA VICTORIA RAMÍREZ MARTÍNEZ*

Uno de los pilares de la política pública del Gobierno Nacional es democratizar la energía a través de las Comunidades Energéticas (C.E.), figura que quedó definida en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) así: “Los usuarios o potenciales usuarios de servicios energéticos podrán constituir Comunidades Energéticas para generar, comercializar o usar eficientemente la energía a través del uso de fuentes no convencionales de energía renovables, combustibles renovables y recursos energéticos distribuidos”.

“ A la fecha se han identificado 2.470 comunidades que cumplen con más de la mitad de los criterios de selección, que serán validados con visitas a los territorios ”

El Ministerio de Minas y Energía (MME), expidió el Decreto 2236 de 2023 que permite la participación de los usuarios en la generación, almacenamiento y consumo de energía eléctrica en los territorios. Desde la perspectiva del Ministerio, ésta es una oportunidad desde lo social y lo ambiental para el aprovechamiento eficiente y responsable de los potenciales energéticos renovables en cada región, en el marco de la Transición Energética Justa (TEJ).



María Victoria Ramírez Martínez.
Directora de Energía Eléctrica. Ministerio de Minas y Energía

Rol de las Comunidades Energéticas

El MME estableció que las Comunidades Energéticas pueden actuar como *agentes autogeneradores colectivos* para suplir las necesidades de la comunidad e inyectar la energía excedente, si se genera más de lo que se consume; o ser generadores distribuidos colectivos, mediante la conexión a un sistema de distribución local o una microrred. Por tanto, esta figura permitirá a las comunidades organizadas desarrollar proyectos de generación, a partir de pequeños aprovechamientos

hidroeléctricos de la energía eólica, solar, geotérmica, biomasa o la proveniente de las mareas, según el potencial local de la región o el territorio.

“ El Ministerio de Minas y Energía estableció que las Comunidades Energéticas pueden actuar como agentes autogeneradores colectivos para suplir necesidades de la comunidad ”

A la fecha, se tienen proyectos tipo de CE con energía solar fotovoltaica dado que es la más probada en el país y además, por el potencial solar en casi todo el territorio nacional. Sin embargo, el decreto plantea el uso de las fuentes no convencionales de energías renovables, entre ellas la energía solar fotovoltaica, solar térmica, biomasa, eólica, geotermia e hidrógeno.

Gobernanza, priorización y autonomía

En la actualidad, la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) expidió el proyecto de regulación para desarrollar las Comunidades Energéticas, tanto en zonas interconectadas (ZI) como en zonas no interconectadas (ZNI), con financiamiento público y privado, en este proceso regulatorio es vital la participación de todos los sectores de la sociedad civil y empresarial.

Para el Gobierno Nacional y para el Ministerio de Minas y Energía, las Comunidades Energéticas son parte de un proceso de gobernanza, autonomía y gestión de las propias comunidades de su energía para potenciar por ejemplo los proyectos productivos.

A corte del mes de abril, el Ministerio a través de <https://www.minenergia.gov.co/es/comunidades-energeticas/>, recibió la postulación de 18 mil Comunidades Energéticas en todo el país y viene adelantándose un proceso de verificación de la información aportada.



COLOMBIA POTENCIA DE LA VIDA

Focalización
(Ejercicio de DATA: Decreto 2236 de 2023)

Energía

Focalización Regional

- ⚡ Pobreza Multidimensional
- ⚡ Pobreza Energética Multidimensional
- ⚡ Territorios de Paz
- ⚡ Territorios del Sistema Nacional de Reforma Agraria y Desarrollo Rural, entre otras.
- ⚡ Territorios de Antiguos Espacios Territoriales de Capacitación Reincorporación, y Áreas Especiales de Reincorporación Colectiva.
- ⚡ Territorios colectivos de pueblos originarios o comunidades indígenas.
- ⚡ Territorios con alta dependencia al carbón térmico.
- ⚡ Áreas Especiales.

Focalización Poblacional

- ⚡ Población de Especial Protección Constitucional del Sector Paz (Víctimas, Personas en Proceso de Reincorporación).
- ⚡ Presencia de Comunidades Étnicas.
- ⚡ Estratificación.
- ⚡ Equidad de Género.

Fuente: Presentación del equipo de comunidades energéticas del MME.

Para esta labor el Ministerio cuenta con un equipo de Ingenieros, Ingenieras y técnicos que analizan toda la información y bajo criterios de *focalización y priorización*, se califica cada uno de estos proyectos teniendo en cuenta que los recursos públicos son finitos. Los criterios de la resolución de focalización se resumen en la gráfica.

“ Para esta labor el Ministerio cuenta con un equipo de Ingenieros, Ingenieras y técnicos que analizan la información y bajo criterios de focalización y priorización, se califica cada proyecto ”

Mediante resolución, el MME crea el Comité de Focalización de Comunidades Energéticas, que es el ente encargado de verificar los criterios de focalización para la orientación de recursos públicos con destino a Comunidades Energéticas.

- Un representante del Ministerio de Minas y Energía, quien ejercerá la Secretaría Técnica del comité.
- Un representante del Ministerio del Interior (Mininterior).
- Un representante del Ministerio de la Igualdad (Minigualdad).
- Un representante del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Mindesarrollo)
- Un representante del Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia (MinTIC).

- Un representante del Departamento Nacional de Planeación (DNP).
- Un representante de la Alta Consejería Presidencial para las Regiones.
- Un representante de la Alta Consejería Presidencial para la Paz.
- Un representante de la Unidad de Restitución de Tierras (URT).
- Un representante de la Unidad de Búsqueda de Personas dadas por Desaparecidas. (UBPD).
- Un representante de la Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas. (UAEARIV).



- Un representante de la Agencia Nacional de Tierras (ANT).
- Un representante de la Agencia de Renovación del Territorio (ART).
- Un representante de la Agencia de Desarrollo Rural (ADR).

* Ingeniera Eléctrica y Electrónica, Universidad Fontys University of Applied Sciences, Países Bajos; Especialización en Alta Gerencia, Universidad Libre; Maestría en Ingeniería Eléctrica, Universidad Tecnológica de Pereira (UTP); Doctorado en Ingeniería, Universidad Tecnológica de Pereira (UTP); actualmente se desempeña como Directora de Energía del Ministerio de Minas y Energía.

“ Una conclusión plausible es el requerimiento de más Ingenieros, Ingenieras, técnicos y tecnólogos para acometer la tarea de apoyar la Transición Energética y la capacitación de Comunidades Energéticas ”

Así mismo, las comunidades energéticas se erigen como el sujeto político de la transición energética justa puesto que no solamente son una solución técnica a la falta de acceso a la energía sino que son un proyecto colectivo de país que aprovecha los recursos energéticos para potenciar sus proyectos productivos, mejorar las condiciones de vida y aportar a la transición energética.

Su importancia para Colombia radica en ser un esquema novedoso, disruptivo y revolucionario si se quiere, frente a un sistema energético tradicional, que por medio de las comunidades energéticas y sus diferentes formas de operación, permite que la energía sea un derecho y una obligación social en complemento del servicio prestado por un tercero. Las comunidades energéticas también son un aporte al cierre de la brecha que aún tiene el país, de más de 800 mil usuarios que aún no cuentan con energía.

ACIEM: ¿Qué beneficios legales y regulatorios tienen?
María Victoria Ramírez: El principal beneficio es la participación de la sociedad civil en la generación de energía de forma colectiva en distintos esquemas de asociación, sin necesariamente tener que constituirse en empresas de servicios públicos, y en el caso de comunidades étnicas, respetando sus gobiernos propios, y recibir acompañamiento del Gobierno Nacional.

La regulación de las comunidades energéticas ha surtido un largo camino. Desde el artículo del PND que las definió, pasando por el Decreto 2236 que le dio un mayor alcance y definió responsabilidades específicas la Dirección de Energía Eléctrica, la CREG y a la UPME, pasando por las resoluciones de priorización y focalización que permitirán definir cómo se invertirán los recursos públicos para la implementación de comunidades energéticas.

Lo más reciente es que la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), en su sesión No. 1322 del 13 de junio de 2024, aprobó someter a consulta pública el proyecto de resolución “Por la cual se armoniza la regulación para la integración de las comunidades energéticas al Sistema Energético Nacional y se dictan otras disposiciones”.



El objeto de este proyecto es integrar la regulación vigente y regular aspectos operativos y comerciales para permitir la integración de las Comunidades Energéticas (CE) al Sistema de Distribución Local (SDL) en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y en las Zonas No Interconectadas (ZNI), conforme a lo estipulado en el Decreto 2236 de 2023.

ACIEM: ¿Cuáles son las alternativas existentes para la implementación de las Comunidades Energéticas bajo la regulación actual?

María Victoria Ramírez: Actualmente se tienen diferentes alternativas como la autogeneración a pequeña escala, que aplicada en modelos cooperativos o comunales generan un beneficio colectivo.



ACIEM: ¿Cuáles serían las fuentes de financiación de las CE?

María Victoria Ramírez: Para financiar los proyectos, el Ministerio cuenta con el apoyo de diferentes Entidades y fondos, entre ellos el Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (Fenoge) y el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE), además del trabajo articulado con otros ministerios como el de Educación, Agricultura y Desarrollo Rural, de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y entidades como la Agencia Nacional de Tierras (ANT) puesto que es un programa del Gobierno Nacional que la Presidencia de la República considera de interés estratégico para el país. Así mismo, el Ministerio viene adelantando un proceso de diálogo y construcción con la cooperación internacional que ve en las comunidades energéticas un gran potencial de desarrollo sostenible.

ACIEM: ¿Cómo está concebida la asesoría y acompañamiento técnico que el Ministerio proporcionará a las CE?

María Victoria Ramírez: El acompañamiento del Ministerio de Minas y Energía conlleva soporte técnico y financiero, dada la complejidad de los proyectos en materia de generación y/o comercialización, puesto que en una comunidad donde no exista el

conocimiento y la capacidad de manejar los proyectos resultará difícil su implementación. Con la instalación de capacidades técnicas, administrativas y de gobernanza, el Ministerio le apunta a garantizar la sostenibilidad de las comunidades energéticas.

ACIEM: ¿Cuáles son las competencias que deben tener las nuevas generaciones de Ingenieras e Ingenieros para el desarrollo de las Comunidades Energéticas?

María Victoria Ramírez: Los profesionales requieren competencias en las áreas de diseño, construcción, mantenimiento de este tipo de proyectos, reglamentación técnica y buenas prácticas de Ingeniería para poder implementar sistemas de generación distribuida, transmisión, distribución y comercialización del servicio. Sin embargo, hoy entendemos que el sector energético requiere de profesionales expertos en su disciplina con la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios.

“ En la actualidad la CREG expidió el proyecto de regulación para desarrollar Comunidades Energéticas, tanto en zonas interconectadas como no interconectadas con financiamiento público y privado ”

ACIEM: ¿Cuáles son las oportunidades para las Ingenieras e Ingenieros en el marco de la Transición Energética Justa (TEJ)?

María Victoria Ramírez: Las Comunidades Energéticas son esquemas de gobernanza energética que pueden ejecutarse en el territorio nacional tanto en ZNI como en el SIN, por tanto, las oportunidades para profesionales de Ingeniería son altas puesto que este nuevo universo implicará soluciones innovadoras que tendrán un alto impacto social. ▲



ENERCOL 2024

41ª Conferencia Energética Colombiana



Asociación
Colombiana
de Ingenieros

04 y 05

SEPTIEMBRE

CLUB EL NOGAL



¡RESERVA TU INSCRIPCIÓN AHORA!



320 563 31 86 - 311 491 24 70

enercol.com.co



comercializadora@mercadeoyc.org

[#ENERCOL2024](https://twitter.com/ENERCOL2024)



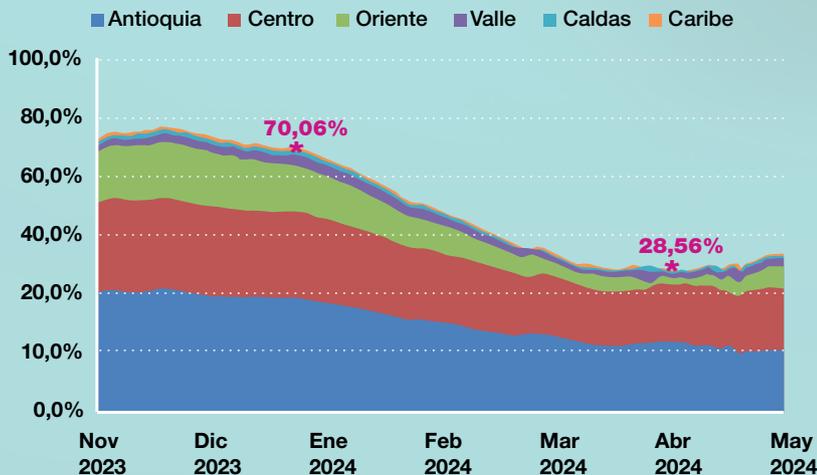
EVOLUCIÓN DE LOS EMBALSES EN COLOMBIA

NOVIEMBRE 2023 A MAYO 2024

Nivel de los Embalses en Colombia
Desagregado por mes



Nivel de los Embalses en Colombia
Desagregado por regiones hidrológicas
Periodo Noviembre 2023 a Mayo 2024

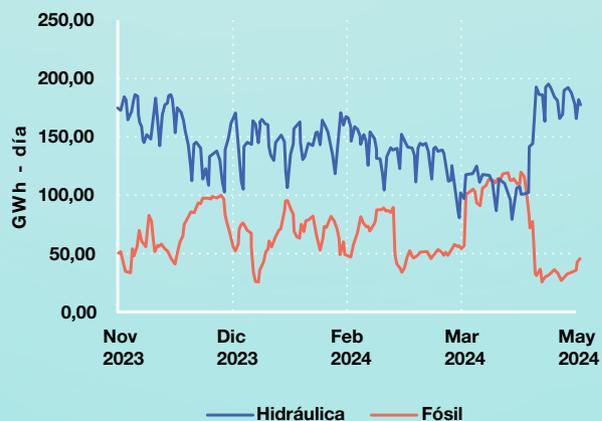




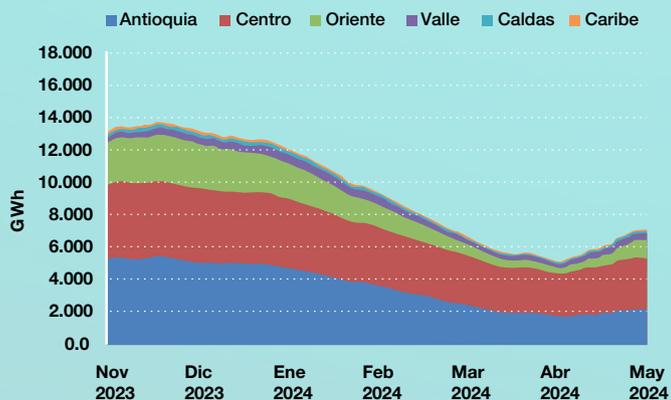
PPP Bolsa diario (01/11/2023 - 21/05/2024)



Generación Hidráulica y Fósil (Periodo Noviembre 2023 a Mayo 2024)



Energía útil (GWh) en los Embalses de Colombia Desagregado por regiones hidrológicas Periodo Noviembre 2023 a Mayo 2024



Experiencias del ‘Niño’ 2023-2024

POR: ARGEMIRO AGUILAR DÍAZ*

Después de tres años continuos de ocurrencia del fenómeno de ‘La Niña’ y siete años sin la ocurrencia del ‘Niño’, a finales del 2023 se confirmó el inicio de éste fenómeno, siendo uno de los más intensos que hayan ocurrido, con aportes hídricos a los embalses por debajo del 60% de los históricos. El embalse agregado del sistema llegó a estar por debajo del 30% del volumen útil aprovechable para producir energía eléctrica, registrando valores inferiores a los mínimos históricos de los últimos 20 años.

“ *Es urgente terminar los proyectos en ejecución y facilitar al máximo nuevos proyectos; se requiere hacer expedita la obtención de licencias ambientales* ”

En promedio, un evento ‘Niño’ dura de 12 a 14 meses, desde que comienza el calentamiento, hasta que el Pacífico vuelve a su temperatura normal. Sin embargo y por fortuna, ‘El Niño’ 2023-2024 ha sido de una duración inferior.

Acciones del Gobierno Nacional

A fin de evitar el riesgo de racionamiento, desde antes de mediados del año 2023 los gremios y asociaciones del sector eléctrico y el operador del mercado XM, venían presentando recomendaciones al Gobierno nacional con el fin de asegurar la operación del Sistema Interconectado Nacional (SIN), sin que éste hubiera escuchado tales recomendaciones.



En enero y marzo del 2024, el crecimiento de la demanda estuvo alrededor de 7,5%, aunque en algunas zonas del país se presentaron crecimientos de 8,3%, en comparación con los mismos meses del año inmediatamente anterior. Esto además, asociado a la demora en construcción que presentan un buen número de plantas de generación renovable no convencionales y de las redes de transmisión regional y de distribución propuestas, planeadas y en ejecución.

La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), entidad que debió estar tomando las decisiones necesarias para prevenir y mitigar la situación y así evitar el riesgo de racionamiento, durante el Gobierno actual ha permanecido sin los funcionarios requeridos (6), tal que una parte del tiempo se ha vuelto inoperante por falta de quorum y cuando llega a completar 3 o 4, han sido nombrados a título de encargo por 3 meses. Dicha circunstancia de interinidad, elimina en la práctica la autonomía del que debería ser un cuerpo técnico e independiente, supeditándolo a la voluntad del ejecutivo.

La solicitud hecha al Gobierno de tomar medidas transitorias urgentes era evidente: reducción de la demanda; programas de respuesta de demanda de rápida implementación; reducir las exportaciones de energía a Ecuador; definir una meta de generación térmica; poner a disposición del parque térmico la mayor cantidad de gas posible; asegurar el suministro, transporte y almacenamiento de combustibles para la operación continua del parque térmico; viabilizar la conexión de proyectos de autogeneración solar, sin entrega de excedentes; viabilizar la entrega de los excedentes informados por la Unidad de Planeación Minero-energética (UPME) (aproximadamente 500 MW); gestión y seguimiento con agentes generadores; seguimiento al cumplimiento de la potencia y capacidad de cubrir la seguridad del sistema; seguimiento a los embalses con bajo nivel; libre movilidad de personas; insumos y equipos, así como el libre acceso a las instalaciones del sector eléctrico¹.

Tan solo a mediados del mes abril 2024, el Gobierno reaccionó y empezó a tomar algunas medidas transitorias, tardías en el sentido en que ya no evitarían el racionamiento, algunas inoperantes o mal concebidas en su forma de lograr los objetivos, y en otros casos representando un alza adicional en las tarifas de los usuarios.

Bajo tales circunstancias de crisis, lo único que posibilitaba evitar el inminente racionamiento, era que con la generación térmica produciendo energía a su máxima capacidad y solicitando suspensión temporal para mantenimiento, las lluvias se apiadaran y empezaran a revertir la situación. Esto último ocurrió y gracias a ello, la situación fue superada parcialmente, puesto que aún se requiere llevar el nivel de los embalses al nivel requerido en diciembre del 2024, tal que permitan suplir la demanda en esa estación de verano.

Si bien hay que reconocer que el Gobierno tomó algunas medidas importantes como lograr un acuerdo que entregara el gas necesario para operar Termo-Centro (272 MW), el ingreso de generación renovable adicional a través de los excedentes de grandes

consumidores y el aumento de la capacidad del sistema con plantas de generación que puedan entregar excedentes (160 MW), esto no era suficiente.

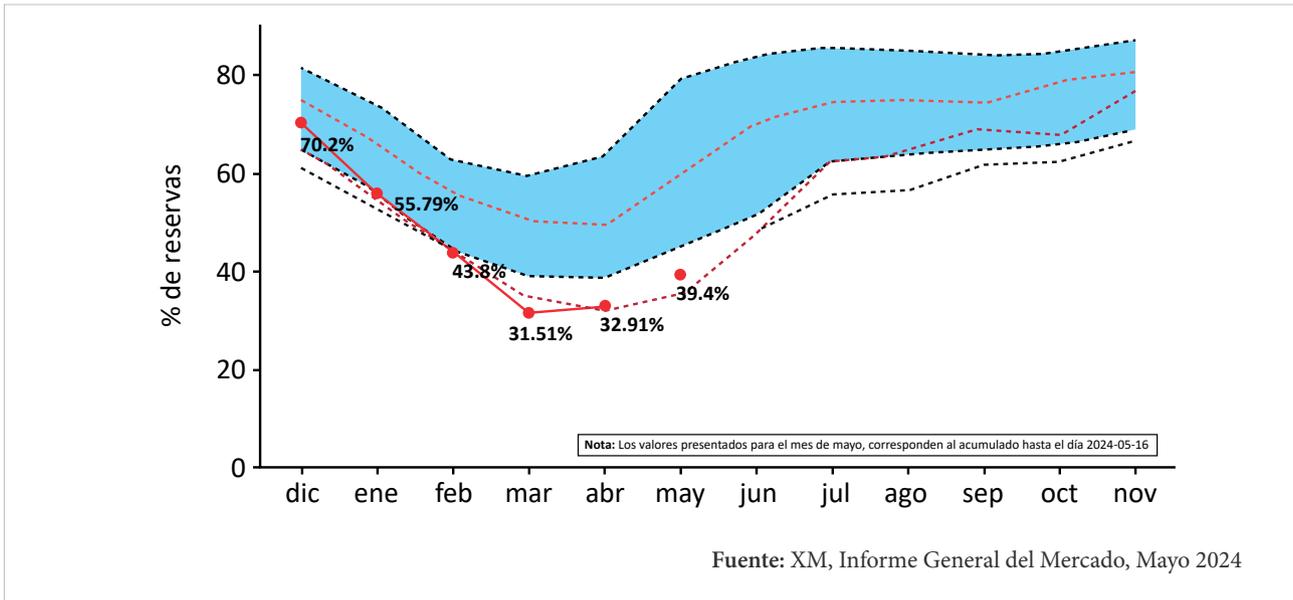
El ministro de Minas y Energía, Andrés Camacho, aseguró: “Esto es una emergencia climática, no una crisis energética” y puntualizó que desde el 2023 el Gobierno ha tomado medidas para la crisis climática y que eso evitó que la situación actual fuera peor². Lamentablemente el cambio climático es una realidad, pero no es una explicación aceptable a la crisis que vivió el sistema eléctrico nacional.

“ No es lógico pensar en el desmantelamiento de las térmicas que funcionan con combustibles fósiles, pues ellas son la garantía en periodos de sequía y lo serán aún más con la entrada masiva de fuentes renovables ”

El Ministerio de Minas y Energía (MME) publicó que había finalizado el fenómeno del ‘Niño’ y además, estableció los mecanismos por los que según la entidad, se superó el período de sequías³. El fenómeno del ‘Niño’ se superó no por las gestiones ni decisiones del Gobierno, se pudo sortear ya que a última hora no fue prolongado y gracias a la infraestructura existente de plantas de generación en hidroeléctricas y termoeléctricas.

Comportamiento de la generación del Sistema

El nivel agregado de los embalses del SIN el 16 de Mayo de 2024 fue 31,64%, el cual se observa en el gráfico de Reservas Hídricas, (franja histórica de percentiles P10 y P90), aún por debajo del límite inferior de la curva P10.



En la tabla a continuación se muestra además la generación térmica despachada centralmente en el periodo noviembre 2023 - marzo 2024. A partir del mes marzo la generación térmica ha tenido un incremento respecto a los meses anteriores, tanto a nivel total como en la participación de la generación operando con gas natural importado. Sin embargo, la generación térmica real se ubica alrededor de 30 GWh/día por debajo de la disponibilidad declarada en el despacho.

Generación térmica despachada centralmente					
Gen Prom [GWh/día]	Carbón	Gas Nat	Gas Imp	Líquidos	Total
Noviembre-23	18.62	18.43	11.04	6.30	54.38
Diciembre-23	27.08	17.04	31.46	3.55	79.14
Enero-24	27.48	13.62	25.36	0.42	66.88
Febrero-24	30.01	14.84	27.10	0.25	72.20
Marzo-24	32.43	11.57	41.81	0.68	86.49

Llama la atención que durante los meses de enero y febrero la cantidad de generación térmica fue inferior al nivel de 80 y 90 GWh/día recomendado por XM en sus informes operativos y análisis energéticos, no obstante que aún existía un margen apreciable respecto a las Obligaciones de Energía Firme (OEF) de la generación térmica que es alrededor de 110 GWh/día.

A esta situación se llega por bajas ofertas de precio en la generación hidráulica, que en esta forma prevalece sobre la generación térmica, o por la existencia de restricciones operativas y las razones para que ello ocurra pueden ser:

- Preferencia de la generación hidráulica a generar a riesgo de desocupar los embalses e incumplir las OEF, con tal de no comprar energía en la Bolsa para suministrar sus compromisos de venta en contratos.
- Restricciones operativas que imponen desembalsamientos en plantas hidráulicas.
- Tal como está consignado en el informe 736 del Consejo Nacional de Operación (CNO), hay plantas térmicas con OEF que se declaran disponibles en el proceso de liquidación, pero que en el despacho están indisponibles por no tener suficiente combustible.
- Algunos analistas señalan que el mecanismo del mercado se vio afectado por las “repetidas amenazas del Gobierno sobre una eventual intervención de la bolsa. Por no exponerse a ser puestos en la picota pública, los operadores optaron por acudir a los embalses en lugar de ahorrar líquido y no ser criticados como especuladores”⁴.

No obstante, nuevamente la generación térmica ha demostrado su importancia fundamental en el suministro de la energía eléctrica bajo condiciones de hidrología deficitaria.

Las plantas termoeléctricas llegaron a suministrar más del 50% de la energía, cuando en condiciones climáticas normales su aporte es del 20%; no es lógico pensar en el desmantelamiento de las térmicas que funcionan con combustibles fósiles, pues ellas son la garantía en los periodos de sequía y lo serán aún más con la entrada masiva de fuentes renovables de energía intermitente.

Atraso en proyectos de generación

‘El Niño’ 2015- 2016 ha sido el más fuerte ocurrido desde que se disponen estadísticas. No obstante, para ese entonces el país contó con proyectos hidroeléctricos recién terminados como Quimbo y Sogamoso y de generación térmica a carbón como Termotasajero 2 y Gecelca 3.1 y 3.2. Algunos daños en otras centrales importantes como Guatapé, amenazaron la confiabilidad del sistema pero, se logró conjurar un apagón a través de una serie de regulaciones que incluyeron un racionamiento remunerado ‘Apagar Paga’.

Bajo ‘El Niño’ 2023-2024 la situación ha sido completamente diferente, pues de los 43 proyectos de generación con capacidad de 5.850 MW adjudicados en las subastas de energía firme y de contratos de largo plazo, que deberían haber iniciado operación a partir de diciembre del 2022, solo 2.368 MW hidráulicos, térmicos y solares están en operación o bajo pruebas exitosas y 533 MW solares en pruebas, el resto no estuvieron disponibles para enfrentar el reciente ‘Niño’.

Afortunadamente para compensar un poco, según XM (operador el Mercado de Energía Mayorista – MEM), existen 698,6 MW de proyectos no adjudicados en las subastas, de ellos han entrado en operación 102 MW solares (Portón del Sol) más 524,9 MW solares, que no pertenecen al despacho central⁵ (con capacidades menores de 20 MW) y están en pruebas 39,8 MW solares y 31,9 eólicos no despachados centralmente.

Es urgente terminar los proyectos en ejecución y facilitar al máximo nuevos proyectos; se requiere hacer expedita la obtención de licencias ambientales, tramites de consulta previa, audiencias públicas y las relaciones con las comunidades, considerando que el impacto ambiental cero no existe y observando el concepto de desarrollo sostenible con el que tantos proyectos funcionan hoy en Colombia con un impacto razonable sobre el ambiente.



En febrero 2024 se realizó una subasta de Cargo por Confiabilidad (CxC) para asignar energía firme a las plantas de generación existentes y la construcción de nuevos proyectos a partir del periodo 2027-2028, con capacidad efectiva neta adicional para el sistema de 4,489 MW, de los cuales 4,441 MW son solares.

Con esta subasta no se alcanzaría a cubrir las necesidades del periodo más el porcentaje de holgura requerido para mantenimientos y contingencias y con alta probabilidad habría déficit de energía antes de terminar dicho periodo y en consecuencia, las tarifas tampoco se reducirían.

Así mismo, las plantas nuevas asignadas son en gran mayoría solares y no hay garantía de que entren en operación, teniendo en cuenta que en el pasado en promedio solo el 30% de los proyectos asignados en subastas entran en operación comercial.

Finalmente el CNO en su reunión 736 de marzo 7 de 2024, llamó la atención sobre el balance ENFICC-Demanda. El Consejo pregunta si se van a llevar a cabo nuevas subastas o mecanismos de reconfiguración y sugiere que se estudien mecanismos alternativos en la subasta, dada la necesidad de contar con energía en firme en el corto plazo.

Intervención del mercado

Con la Resolución MME 40116 de Abril 6 de 2024, se estableció definir semanalmente una Referencia de Generación Térmica Diaria, a programar en el despacho económico y la operación del sistema. Esta referencia será establecida con base en las recomendaciones brindadas por el Centro Nacional de Despacho (CND).



Esta es una clara intervención sobre los precios en la bolsa y el mercado, que pagó la Generación Térmica de Referencia por restricciones; garantizó la recuperación plena de costos a las plantas térmicas; desmontó las obligaciones OEF y generó una baja artificial del precio de la energía en el mercado, reducción ficticia que será traspasada a las facturas de todos los usuarios, por medio del componente de restricciones derivado de cerca de 100 GWh/día de generación de seguridad por despacho térmico forzado.

Esta intervención premia la ineficiencia de quienes están expuestos a la bolsa (usuarios y comercializadores) pues no pagan precios tan altos, mientras castiga a quienes tienen contratos a precios razonables, haciéndolos solidarios del aumento del costo de restricciones.

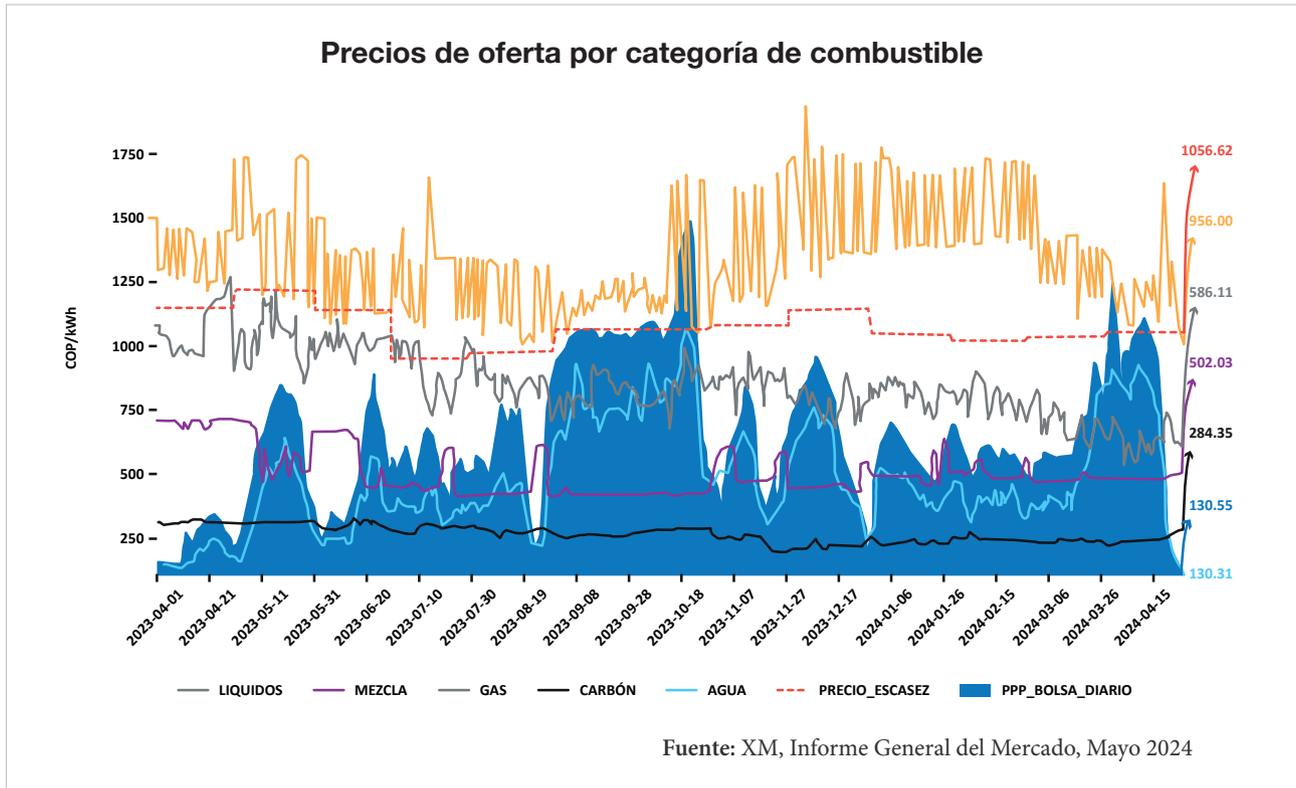
“ *Tan solo a mediados del mes abril 2024, el Gobierno reaccionó y empezó a tomar algunas medidas transitorias, tardías en el sentido en que ya no evitarían el racionamiento* ”

Por la inoperancia de la CREG, debido a la falta de sus funcionarios para establecer quorum, el Ministerio de Minas y Energía expidió la Resolución en cuestión, tomándose atribuciones que no le eran de su competencia.

Poco después con el nombramiento interino de tres comisionados, la CREG emitió una resolución que ordenaba a las plantas hidroeléctricas con reservas de agua para más de 20 días, utilizar tal reserva para producir electricidad. Lógicamente esta medida contribuyó al desplome de los precios de bolsa que pasaron de \$1.000/kWh a \$100/kWh.

Comportamiento de las OEF

El gráfico a continuación muestra los precios de oferta en bolsa de los generadores, así como el precio final de bolsa y el precio de escasez. Se puede observar en general, que en el periodo diciembre 15 2023 – febrero 15 2024, los precios de bolsa fueron determinados por los generadores hidráulicos en un nivel que osciló alrededor de los \$400/kWh, inferior a las ofertas de los generadores con gas natural que estuvieron del orden de \$900/kWh y del precio de escasez que se mantenía en los \$1.050/kWh.



Mientras este era el comportamiento de los precios, en el mismo periodo el nivel del embalse agregado del sistema descendió de 60% a 37% y a mediados de marzo, los embalses El Peñol (35.93%), Guavio (5.8%), El Quimbo 19.45% y Río grande 2 (7.37%), alcanzaban niveles mínimos históricos.

Cuando el precio de bolsa supera el precio de escasez, se genera señal que hay una situación crítica en el sistema y se activa esta norma para regular el precio al que se compra.

Claramente se presentó una situación crítica en el sistema, donde además centrales hidráulicas con tan bajos niveles de embalse estarían por debajo de los compromisos de las Obligaciones de Energía Firme (OEF), aunque podían estar respaldadas con compras OEF en el mercado secundario o por las demás opciones previstas para ello. Sin embargo estas situaciones no activaron las desviaciones de OEF de los generadores, que ocurren en los momentos de menor hidrología, ni los hidráulicos escalaron precios para poder embalsar agua en esos momentos.

No obstante lo anterior y con base en la situación energética del sistema, el Centro Nacional de Despacho (CND) solicitó un ajuste regulatorio respecto a la formulación de los Planes de Acción, cuando las Obligaciones de Energía en Firme son inferiores a la ENFICC verificada (esto tendría que ver con los bajos niveles de embalse de algunas plantas); también puntualizó que en el balance ENFICC-Demanda, se observa que la oferta de energía en firme está por debajo del escenario de demanda medio de la UPME⁶.

Finalmente con la Resolución MME 40116 de Abril 6 de 2024, que estableció la Referencia de Generación Térmica Diaria a programar en el despacho económico y la operación del sistema, el Gobierno desmontó las obligaciones OEF.

Ante el comportamiento observado, queda la duda si realmente las OEF que pagan los consumidores operaron en forma adecuada, o requieren ser modificadas, lo cual solo tiene respuesta mediante la elaboración de estudios serios del balance de OEF del sistema y las condiciones operativas y de mercado del SIN.



Declaración de disponibilidad de las plantas de generación

En carta de XM dirigida al MME y el CNO de marzo 30 de 2024, resalta entre otros los siguientes aspectos que vienen afectando la operación del SIN y que pueden poner en riesgo el abastecimiento de la demanda de energía eléctrica en el país:

- La generación térmica promedio ha sido de 89 GWh/día, sin embargo, la generación térmica real se ubica alrededor de 36 GWh/día por debajo de la disponibilidad declarada en el despacho y 51 GWh/día promedio por debajo de su capacidad efectiva neta.
- En la operación del sistema, se evidencia una disminución en la declaración de disponibilidad de los agentes para algunas plantas de generación hidroeléctrica como Betania, Chivor, El Quimbo, Guavio, Ituango, Miel, Sogamoso y Urrá.

Adicionalmente, XM ha estado pidiendo a generadores, aclaraciones respecto de declaraciones de disponibilidad inferiores a la Capacidad Efectiva Neta (CEN)⁷.

Tiempos de reacción del Estatuto de racionamiento insuficientes

El Estatuto para Situaciones de Riesgo de Desabastecimiento (ESRD), contempla que se debería esperar dos semanas para contrastar el citado índice de 'Riesgo' con el precio de bolsa para periodos de Punta (PBP) y de esta manera, previa confirmación de la CREG, conocer el estado del Sistema, que podría ser de 'Riesgo'.

En este sentido y durante la crisis debido al bajo nivel de los embalses, el CNO sugirió a la CREG revisar este aspecto de la Resolución CREG 209 de 2020, ya que el sistema podría evolucionar hacia una condición en que el nivel del embalse siga descendiendo y los tiempos de reacción contemplados en el ESRD no sean suficientes para salvaguardar la confiabilidad y seguridad del Sistema.

El CNO considera que el índice establecido para situaciones de 'Riesgo' y el tiempo de reacción de dos semanas requerido para la aplicación del Estatuto de Racionamiento, no son apropiados para salvaguardar la confiabilidad y seguridad del Sistema y por lo tanto propuso su revisión. ▲

* **Argemiro Aguilar Diaz**. Ingeniero Electricista. Universidad Nacional de Colombia. M.Sc en Ingeniería Eléctrica - Purdue University. Consultor independiente en estudios energéticos y mercadeo de electricidad. Especialista en análisis, planeamiento y operación de sistemas de potencia eléctrica y en sistemas de supervisión y control para manejo de energía, con más de cuarenta años de experiencia. Integrante de la Comisión de Energía de ACIEM.

1 El llamado del operador del Mercado Eléctrico para evitar riesgo de racionamiento. Portafolio, Marzo 31/24
 2 Revista Cambio, Abril 18 de 2024.
 3 El Tiempo, Mayo 15 de 2024
 4 Columna Alta Tensión, Ricardo Ávila, El Tiempo, Marzo 31/24
 5 Informe de Operación del Mercado, XM, Febrero 2024 y Boletín Energético 294, Abril 5 2024
 6 Reunión CNO 736, Marzo 7 2024
 7 Informe del CND dirigido al CACSSE, Marzo 27 2024

Proyecto piloto de comunidades energéticas en Santander

POR: ACIEM SECCIONAL SANTANDER

En Colombia, la transición energética cobra especial relevancia debido a la diversidad de sus recursos naturales y al creciente reconocimiento de la necesidad de diversificar su matriz energética.

“ Las áreas educativas no solo para los adultos, también hacia los niños y jóvenes, para así lograr mantener los proyectos y hacer que perduren en el tiempo ”

Actualmente, el país depende en gran medida de la energía hidroeléctrica, que representa alrededor del 70% de su generación eléctrica (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2020), sin embargo, la variabilidad climática y la necesidad de aumentar la resiliencia del sistema energético, han impulsado la incorporación de fuentes renovables como la solar y la eólica.

Santander, una región con un notable potencial en energías renovables, juega un papel crucial en este proceso. Con una alta radiación solar y condiciones favorables para la generación eólica, el Departamento se posiciona como un área estratégica para el desarrollo de proyectos energéticos sostenibles.

Diversas iniciativas locales, apoyadas tanto por el sector público como privado, buscan explotar este



potencial, promoviendo la implementación de tecnologías limpias y el desarrollo de comunidades energéticas. Estas comunidades no solo buscan la autosuficiencia energética, sino también fomentar la participación ciudadana y la inclusión social en la transición, hacia un modelo energético más sostenible (Gobernación de Santander, 2022).

En entrevista con el Ingeniero Electricista Gabriel Ordóñez Plata* quien hizo parte de un proyecto de Comunidades Energéticas desarrollado por la UPME y la Universidad Industrial de Santander (UIS), compartió sus puntos de vista sobre este tema.

ACIEM: ¿Qué avances hay en Santander y la región en relación a las comunidades energéticas?

Gabriel Ordóñez Plata: A finales del 2023 se hizo un estudio por parte de la UPME, para caracterizar las posibles comunidades energéticas en Santander. La UIS aprovechando sus sedes regionales, colaboró en el desarrollo de este estudio en seis provincias de Santander.

Allí se adelantaron dos actividades, primero que la gente conociera en las regiones toda la posibilidad de fondos existentes para invertir en estos proyectos por parte de la UPME y segundo, capacitación y concientización sobre energías renovables sostenibles y sus beneficios a nivel local y global.

En la primera fase fueron dos días de capacitación y en la segunda se explicó qué es una comunidad energética, se explicaron varios aprendizajes y además, se adelantaron talleres de co-creación para revisar las posibles áreas de influencia, con qué fuentes contaban allí, entre otros aspectos.

Este trabajo se hizo con todos los posibles interesados: barrios, veredas, juntas de acción comunal, centros poblados, plazas de mercado, entre otros; la idea central fue cubrir la mayoría de los actores de las regiones para que conocieran esta nueva alternativa y lo que esto beneficia sus vidas.



Posteriormente se realizó un trabajo de Ingeniería en donde, a partir de la información de la localidad, se hizo una clasificación mediante la metodología Delphi, que permitió un piloto más concreto con hasta cinco comunidades por región, posteriormente se realizó una visita más formal con un grupo de Ingenieros donde se extrajo información de primera mano, se revisaron alternativas de instalación de sistemas fotovoltaicos, entre otros aspectos.

El trabajo fue detallado por cada región y se presentó el primer proyecto: un estudio de factibilidad

de esas comunidades energéticas, análisis complot, prediseño, entre otros, que quedó establecido en esas colectividades.

“ Cuando se logra que los sistemas energéticos de generación estén cerca a las cargas, se reducen las pérdidas de energía y se mejora la eficiencia energética ”

Este piloto que se hizo en Santander y sus resultados están en la UPME y la intención es que a partir de este trabajo de seis meses con Ingenieros, estudiantes y la comunidad, pueda replicarse a nivel nacional.

ACIEM: ¿Cuál es el aporte de las comunidades energéticas en la transición energética?

Gabriel Ordóñez Plata: Cuando se logra que los sistemas energéticos de generación estén cerca a las cargas, se reducen las pérdidas de energía y se mejora la eficiencia energética, que es otro de los retos que se tiene a nivel mundial, tratar que los procesos energéticos sean mucho más eficientes.

En Colombia se desperdicia casi el 65% de la energía originada de la energía primaria y no es viable, ya que se generan más gases de efecto invernadero y se empeora la situación de cambio climático; por lo cual este tipo de comunidades al crear las fuentes de generación cercanas a su uso, donde está la necesidad, reduce esas pérdidas.

Pero adicionalmente, en la región buscamos que la comunidad haga un análisis de cómo usan la energía. Cuando hablamos de eficiencia energética buscamos que la energía se use muy bien y los que más se interesan son los usuarios industriales y comerciales, que tienen carga de gran potencia. Entonces, se están haciendo análisis pero lo que informamos a la comunidad es que esa fuente tiene que usarse muy eficientemente.

ACIEM: ¿Cuáles son las conclusiones más importantes de este proyecto?

Gabriel Ordóñez Plata: Por un lado, llegar a las comunidades y hablar directamente con ellas, se encontró que tenemos diferentes formas de ver las cosas. Conocer las necesidades de la comunidad y el tema social es importante para lograr que las comunidades se apropien de estos proyectos y sean sostenibles en el tiempo.

Se identificaron regiones que tienen más unidad para realizar estos proyectos y en otras más división, curiosamente en aquellas regiones ha habido ‘más riqueza’, pero que regularmente las comunidades consideran que esta no les ha favorecido.

En zonas como el Magdalena Medio hay inconformidad, se considera que se han aprovechado los recursos energéticos pero la calidad de vida no es digna y los beneficios no han sido para ellos y en otras regiones encontramos que la población reconoce la necesidad de avanzar.

Como resultado de este trabajo, se concluye que se requiere de formación y capacitación, los habitantes de las regiones deben conocer su manejo dado que es un activo que ellos deben saber gestionar. Hay que capacitar estas comunidades en varios temas, desde la UIS se está analizando cómo aportar en ese sentido en las regiones, una de las ideas es en conjunto con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), colegios y universidades trabajar de manera mancomunada y aportar juntos, para que la inversión y el proyecto no sean abandonados.

Las áreas educativas no solo para los adultos, también hacia los niños y jóvenes, para así lograr mantener los proyectos y hacer que perduren en el tiempo. Existen actores que encontrarán, cuando estos resultados sean oficiales, los beneficios y la reducción de costos y así se podrá masificar más rápido este cambio, como por

ejemplo hoy lo vemos en las plazas de mercado que son comunidades que han ido creando poco a poco, Centroabastos es un ejemplo en Bucaramanga, ellos ya tienen su comunidad energética.



ACIEM: ¿Qué innovaciones tecnológicas o de políticas podrían impulsar aún más el desarrollo de estas comunidades?

Gabriel Ordóñez Plata: Hay un tema que debemos fortalecer, por ahora estamos comprando tecnología, pero necesitamos involucrar tecnología propia que impulse el desarrollo de la industria del sector. Hoy por hoy hay avances, pero se quedan en prototipos, porque para ir más allá se necesitan esfuerzos adicionales y esto requiere por ejemplo mejorar laboratorios en Colombia.

En los diferentes encuentros académicos se pueden apreciar desarrollos interesantes en las universidades que solo necesitan un poco más de estructura o soporte para poder volverse productos nuestros, es decir, ensamblar soluciones de acuerdo a nuestras necesidades.

* Especialista universitario en Técnicas de Investigación del Instituto de Investigación Tecnológica de la Universidad Pontificia Comillas de Madrid (España); miembro actual de la Junta Directiva de ACIEM Seccional Santander; docente vinculado a la Universidad Industrial de Santander (UIS) desde 1985 y profesor titular laureado.

“ *Necesitamos involucrar tecnología propia que impulse el desarrollo de la industria del sector* ”

Colombia cuenta con una gran riqueza, entre ellas sus pisos térmicos, entonces una solución que sirve en Magdalena Medio no es la misma que sirve en Málaga, Santander, eso implica buscar tecnológicamente desarrollos de acuerdo a las necesidades de cada región, es un reto bien interesante.

Se observa una tendencia a la reducción de personal en áreas de petróleo, sin embargo se abre un espectro muy importante en tecnología. En el área de energías renovables en el mundo hay alrededor de 15 millones de puestos de trabajo que se han creado, entonces el

crecimiento de esta área genera la necesidad de talento humano, ese es otro reto importante, como país tenemos que prepararnos para esto.

Finalmente, hay que aprovechar que tenemos un sistema eléctrico interconectado en nuestro país, pero preocupa que para una masificación de movilidad eléctrica no se cuenta con la capacidad de las instalaciones actuales para ello. Este punto hay que analizarlo y surge la necesidad de fortalecer las infraestructuras eléctricas para lograr la capacidad requerida.

En Australia y Brasil la penetración de energías renovables es alta y hay momentos donde se han encontrado con que la energía renovable hay que desperdiciarla dado que la estabilidad empieza a ser crítica. Los retos que surgen en el sector eléctrico son muy importantes y deben tenerse una política pública para ello y que permita estar preparados. ▲

Procables

Juntos lideramos el cambio hacia una vida más sostenible.

Nuestra marca evoluciona buscando un mayor compromiso con la transición energética y la transformación digital.

Descubre nuestros productos:

co.prysmian.com



prysmiangroupcolombia



company/prysmian



Procables Colombia

Escanea y conócenos:



“Debemos resaltar la relevancia y el impacto social de la Ingeniería a nivel mundial”: Claudia Ximena Bustamante

A CIEM destaca en la edición de la revista N° 154 a Claudia Ximena Bustamante Osorio, quien en la actualidad se desempeña como Experta Comisionada de la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC).

Claudia Ximena es Ingeniera Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana, Especialista en Gerencia Comercial de la Universidad de la Sabana y Executive MBA en IE Business School es destacada en el sector TIC del país por su contribución en áreas de estrategia, política pública, regulación, innovación, análisis de mercados e infraestructura y gestión de grupos de valor.

La Ingeniera Claudia Bustamante, socializó en entrevista con ACIEM, algunos aspectos de su vida profesional, así como los mayores retos que ha tenido que afrontar como mujer y profesional en el sector.

ACIEM: ¿Cuál fue su motivación para estudiar Ingeniería?

Claudia Ximena Bustamante: Desde una temprana edad, al iniciar mi bachillerato me interesaba por entender cómo funcionaban las cosas y me atraían temas como los computadores, la programación y los robots, y como podían mejorar la manera de vivir. Mis padres me apoyaron para tomar cursos de programación que me ayudaron a profundizar en aspectos de pensamiento lógico, solución de problemas y creatividad.



Claudia Ximena Bustamante.
Experta Comisionada CRC

La Ingeniería Electrónica me ofreció la oportunidad de explorar y comprender los fundamentos de temas tan variados como circuitos, sistemas de control, transmisión digital, redes de telecomunicaciones, programación y automatización y llevarlos a la práctica en diversos laboratorios que fortalecieron esos conocimientos de forma práctica y aplicada.

Así que mi interés profundo por la tecnología y como contribuir a través de ella en la sociedad, fue la base de mi motivación para estudiar Ingeniería, además vi en

esta disciplina una gran oportunidad, pues su campo de acción es muy amplio y permite impulsar el progreso en diversas áreas.

En este sentido, considero que mi motivación principal es contribuir al desarrollo y la evolución de las telecomunicaciones, aplicando mis conocimientos y habilidades para resolver desafíos tecnológicos.

ACIEM: ¿Qué desafíos ha afrontado como mujer en el campo de la Ingeniería?

Claudia Ximena Bustamante: Como todas las mujeres en el campo de la Ingeniería y en otros sectores, he enfrentado varios desafíos que no han sido un obstáculo para cumplir mis propósitos y aquí aprovecho para invitar a todas las jóvenes que quieren estudiar una carrera en este campo para que sigan sus sueños.

A nivel de estudios, la carrera representó una nueva vida para mí, pues implicó en primer lugar venir a vivir a Bogotá y yo soy proveniente del El Líbano, Tolima con tan solo 16 años. Cuando inicié mi carrera de Ingeniería Electrónica en la Pontificia Universidad Javeriana en primer semestre, luego de un riguroso proceso de selección, empezamos un grupo de 120 estudiantes de todo el país, de los cuales tan solo 19 éramos mujeres.

Esta es una profesión exigente, con grandes desafíos que hace que muchas personas opten por cambiar de carrera o no concluyan sus estudios. Al finalizar, nos graduamos 40 personas aproximadamente, sin embargo, puedo destacar que en este ambiente universitario siempre fui tratada por mis profesores y compañeros como una más del grupo, sin ningún tipo de discriminación, además de ganar su confianza y respeto, debido al buen desempeño académico.

Desde el inicio de mi carrera profesional en el sector de telecomunicaciones, me he enfrentado a diversos espacios en los que las mujeres no teníamos mucha representación, pero con el paso de los años esto ha ido cambiando, aún hay un largo camino por recorrer para seguir reduciendo la desigualdad de género, los estereotipos y los ambientes laborales no inclusivos, pero vamos por muy buen camino.

Desde mi experiencia puedo asegurarles que para superar obstáculos, es importante centrarnos tanto en el desarrollo de habilidades técnicas sólidas, como en el crecimiento profesional y personal, contribuyendo a la creación de un entorno más inclusivo y respetuoso donde todas las personas, independientemente de su género, puedan prosperar y alcanzar su máximo potencial. Es así como encontré necesario complementar mi perfil profesional en otras áreas y esto me llevó a realizar una especialización en Gerencia Comercial en la Universidad de La Sabana y luego un MBA en el IE Business School de España.

“ *Motivar a las niñas y jóvenes a estudiar Ingeniería es fundamental para contar con espacios laborales que aprovechen puntos de vista* ”

En el caso de mi trayectoria laboral dentro de la Comisión, he tenido las oportunidades para aportar desde mi conocimiento, así como desarrollar mis habilidades y capacidades a lo largo de los años.

La CRC se ha destacado por ser una entidad que da igualdad de oportunidades y que premia el trabajo de su equipo con posibilidad de crecimiento dentro de la misma. Esta ha sido una gran experiencia para mí, pues he logrado asumir diferentes roles que me han permitido crecer como profesional y llegar a ser Experta Comisionada, el cargo más importante de esta entidad.

ACIEM: ¿Qué aspectos destacaría de su ejercicio profesional como Ingeniera y sus mayores contribuciones?

Claudia Ximena Bustamante: En mi ejercicio profesional, destaco aspectos que me han caracterizado y me han permitido crecer, tales como el deseo permanente de explorar y aprender sobre la tecnología y las telecomunicaciones; el participar activamente

en espacios de negociación y debate; mi compromiso con la innovación y el liderazgo con enfoque estratégico centrado en las personas, en el cual siempre busco generar un entorno de respeto y confianza con el equipo.

Como Ingeniera, he liderado diferentes proyectos regulatorios que han generado gran impacto en el sector TIC del país a lo largo de los años, tales como la definición de banda ancha; las reglas de neutralidad de red; los esquemas de acceso e interconexión de redes; la implementación de cambio de numeración de redes fijas y el Reglamento de Redes Internas de Telecomunicaciones (RITEL).

Asimismo he tenido la oportunidad de liderar proyectos innovadores, que buscan generar avances y cambios positivos en el campo de las telecomunicaciones, como es el caso del primer Sandbox regulatorio en servicios de comunicaciones; la medición de calidad vía crowdsourcing en servicios móviles y los primeros estudios de investigación académica, desarrollados en convenio con el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación.

He tenido la oportunidad de liderar diferentes coordinaciones que han potenciado mi capacidad para fomentar la investigación, la colaboración, la comunicación efectiva y motivar a los miembros del equipo a generar aportes proactivos, lo cual ha sido clave para alcanzar los objetivos trazados.

Agrego que si es posible contar con balance familia-trabajo, gracias al apoyo incondicional de mi esposo (que también es Ingeniero Electrónico) y mis hijas y también a esquemas de trabajo estructurados, y a la vez flexibles en mi trabajo, que me permiten manejar los dos ambientes.

ACIEM: ¿Qué es lo más satisfactorio de representar a la Ingeniería en su campo?

Claudia Ximena Bustamante: Lo más satisfactorio de representar a la Ingeniería en mi campo, es tener la oportunidad de aplicar mis conocimientos y habilidades para resolver problemas significativos y contribuir al progreso del sector TIC del país.

Estar desempeñando este cargo, como Experta Comisionada de la CRC, autoridad regulatoria TIC, Postal y de Contenidos Audiovisuales del país para mí es un gran orgullo, resultado de una larga carrera y trabajo que me permite liderar con el apoyo de un equipo de profesionales de diversas disciplinas, para contribuir al desarrollo de medidas que impactan directamente en la vida de las personas, es increíblemente gratificante.

ACIEM: ¿Cómo motivar a las niñas y jóvenes a estudiar Ingeniería?

Claudia Ximena Bustamante: Motivar a las niñas y jóvenes a estudiar Ingeniería es fundamental para contar con espacios laborales que aprovechen puntos de vista, enfoques y habilidades diversas en este campo y aprovechar así todo su potencial.

Inicialmente debemos resaltar la relevancia y el impacto social de la Ingeniería a nivel mundial, como podemos resolver problemas del mundo real y mejorar la calidad de vida de las personas, mostrándoles ejemplos de mujeres exitosas que han logrado metas que pueden parecer muy lejanas, tales como liderar equipos de misión en la Nasa, para que se puedan ver reflejadas y que les recuerde que nada es imposible.

Para motivar a las niñas y jóvenes a estudiar Ingeniería es importante desde tempranas edades y en su formación, exponerlas a pensamiento lógico y matemático, que les facilite desarrollar sus capacidades y autoconfianza. Así mismo utilizar diferentes estrategias como la exposición a modelos femeninos a seguir, resaltando la relevancia y el impacto social de la disciplina; proporcionando experiencias prácticas; fomentando un entorno de apoyo y mentoría y desafiando estereotipos de género. Este tipo de ambientes los he buscado generar para mis hijas, y que puedan siempre desarrollar sus capacidades con criterio, decisión y creatividad.

Cierro con una frase de Albert Einstein que encuentro muy significativa, cuya versión original decía “un hombre”, así que lo adaptamos para decir «*No intentes convertirte en una persona de éxito, sino en una persona de valor*». ▲

Casos de éxito y tendencias en el Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos 2024



El Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos, organizado por la Asociación Colombiana de Ingenieros ACIEM, ha sido el escenario en el que conferencistas nacionales e internacionales comparten sus conocimientos relacionados con técnicas, tecnologías, metodologías, lecciones aprendidas y casos de éxito que permite a los Ingenieros asistentes aprender y fortalecer sus conocimientos en buenas prácticas de Ingeniería a nivel técnico, operativo y gerencial, relacionado con Mantenimiento y Gestión de Activos.

El Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos, organizado por ACIEM de forma

anual, ha convocado por más de 40 años a más de 42 mil asistentes especializados, se han vinculado más de 4.200 empresas como participantes, expositores, conferencistas y patrocinadores y es el espacio para conocer experiencias y aplicaciones técnicas de mantenimiento y gestión de activos a nivel nacional e internacional.

La versión XXVI de este gran encuentro académico, se realizó en el Centro de Convenciones Ágora Bogotá los días 24, 25 y 26 de abril y fue un espacio en el que expertos nacionales e internacionales socializaron a los Ingenieros asistentes, sus experiencias en estas áreas, así como las lecciones aprendidas en cada una de sus compañías.

Conferencistas de Portugal, España, Costa Rica, Brasil, Perú y Colombia se dieron cita en este espacio para aportar sus conocimientos y experiencia en el campo de la gestión de activos y el mantenimiento.

Temas como: Inteligencia Artificial (IA) aplicada a mantenimiento; energías renovables para la operación de los activos industriales, en el marco de la transición energética; experiencia de Portugal en el uso de Energías No Convencionales como insumo para la industria; importancia de la gestión de activos para la confiabilidad, disponibilidad y conservación de las plantas industriales; toma de decisiones sostenible en la gestión de activos y facilities; Liderazgo en la gestión de activos, entre muchos otros, fueron parte de la diversa agenda académica.

**“La gestión de activos es una herramienta muy poderosa”:
Pedro Rosales**



Pedro Alfonso Rosales.
Presidente Comité Organizador

“La gestión de activos es una herramienta muy poderosa, tiene el poder de maximizar la agregación de valor de los activos para los inversionistas de organizaciones y este valor no solo se refleja en términos económicos, sino en los intereses de todas las partes interesadas: clientes, trabajadores y comunidad y, sin duda alguna, es la herramienta ideal para traducir la estrategia en resultados. Pero, ¿cómo lo hace? Primero, alineando la

organización y garantizando que haya una comprensión común de lo que las empresas quieren lograr; segundo, estructurando los procesos de una forma adecuada para que efectivamente, produzcan lo que se necesita. Y tercero, midiendo bien el balance, el equilibrio entre costos, riesgos y desempeño de los activos, para permitir que las cosas se hagan de la mejor forma posible”: así lo expresó Pedro Rosales Navarro, Presidente del Comité Organizador del XXVI Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos, organizado por ACIEM durante el acto de instalación.

“ La gestión de activos es una herramienta muy poderosa, tiene el poder de maximizar la agregación de valor de los activos para los inversionistas de organizaciones ”

En opinión del Presidente del Comité Organizador, es importante que los directivos que lideran las organizaciones sean conscientes de los beneficios que aporta la gestión de activos, como una herramienta estratégica que permite alcanzar los objetivos y metas, pero aún más importante, la forma como se transmite la cultura y se empoderan a los equipos, lo cual se logra con una dinámica distinta, poderosa. *“En la Ingeniería, la gestión de activos es absolutamente transversal, ya que aplica a todos los procesos, desde el diseño, construcción, operación, mantenimiento y en todo eso los procesos, claramente es un vínculo permanente y en cada uno de los procesos relacionados con la gestión de activos”.*

De otra parte destacó que la Política de Reindustrialización que lidera el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, será una gran oportunidad fortalecer la cultura de la gestión de activos y mantenimiento, para transformar y proyectar la economía a nuevos escenarios locales e internacionales. *“En los procesos de reindustrialización, el mantenimiento es clave para la productividad de las empresas. El mantenimiento*

ha sido, es y será fundamental para gestionar adecuadamente los sistemas, los equipos, las maquinarias y estructuras que ayuden a prevenir fallas recurrentes y paradas de planta no programadas, lo cual, cuando se presentan, terminan generando pérdidas de tiempo y recursos para las empresas”.

Además agregó: “Para llevar al país a un mayor nivel de competitividad de su infraestructura en los próximos años a nivel internacional, es necesario desarrollar planes, acciones y programas que aseguren la preservación y optimización de las obras, equipos y sistemas necesarios para el correcto funcionamiento y operación de vías principales, secundarias y terciarias; edificios, puentes, andenes y todos los sistemas de transporte aéreo, marítimo, fluvial, férreo y de carreteras. Y todo ello se debe basar en una adecuada gestión de activos y mantenimiento”.

Liderazgo en la gestión de activos

El Congreso contó con la participación de líderes del sector como: Edna Guerra, Gerente de Producción Refinería de Cartagena; Diana Giraldo, Directora de Operaciones y Gestión de Activos de Ocesa; Sandra Milena Orozco, Vicepresidenta de Oleoductos de Cenit; Sally Manga, Gerente de Mantenimiento en Cerromatoso; Yenny Cañaverl, Coordinadora de Mantenimiento en Haceb, con la moderación de Pedro Rosales, Presidente del Comité Organizador del Congreso, quienes compartieron en el panel *Liderazgo en la gestión de activos* la importancia de un liderazgo participativo, así como el determinante rol de la mujer en el Mantenimiento y la Gestión de Activos.



Expomantener 2024 y ruedas de negocio

Expomantener, la feria industrial de productos y servicios del XXVI Congreso Internacional de mantenimiento y gestión de activos de ACIEM, contó con la participación de 66 stands de diversos sectores que expusieron sus portafolios de servicios y productos a gerentes, directores y jefes de mantenimiento y gestión de activos de Colombia, con grandes posibilidades de contactos y relacionamiento.

El escenario contó además con la rueda de negocios, en el que 66 proveedores de servicios, establecieron más de 317 citas con diferentes contactos, que permitió a compradores y vendedores, identificar oportunidades comerciales en materia de productos, tecnología y servicios, convirtiéndose en un escenario estratégico para las grandes empresas y firmas de Ingeniería nacionales.



Premio ACIEM a la Ingeniería de Mantenimiento 2024



En el marco del XXVI Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos, se realizó la ceremonia de la entrega del Premio ACIEM a la Ingeniería de Mantenimiento 2024, un reconocimiento al conocimiento, experiencia e investigación en la Gestión de Activos y Mantenimiento.

El Comité Académico Evaluador del premio, integrado por expertos Ingenieros nacionales e internacionales, aprobó la presentación de 53 trabajos (22 en sala y 31 en posters), los cuales se destacaron por su calidad, actualidad y aplicabilidad y que también fueron calificados por los participantes del Congreso. El promedio entre el Comité Evaluador y los participantes del Congreso, dio como resultado la mejor calificación para otorgar el premio a los tres (3) mejores trabajos académicos.

- **Primer puesto:** Ings. Giovanni Torres Álvarez y Carlos Torres Mejía por la presentación del trabajo: *“Buenas prácticas para la selección y compra de bombas centrífugas (PUCE) API 610 para el transporte de hidrocarburos líquidos por ductos”*.
- **Segundo puesto:** Ings. Carol Andrea Varela López y Oscar Iván herrera Andrade por la presentación del trabajo: *“Una mirada social de la gestión de activos para contar con infraestructura sostenible en Enlaza, Grupo de Energía de Bogotá”*
- **Tercer puesto:** Ings. Maria Victoria Aviles Navarro; Iván Darío Martin Linares y Eduardo Moreno Chinchilla por la presentación del trabajo: *“Desincorporación aplicada en la Gerencia Refinería Barrancabermeja de Ecopetrol S.A.”*
- **Mención de honor:** Ing. David Arroyo, por la presentación del trabajo *“Inteligencia Artificial, el eslabón perdido de la gestión de activos y el mantenimiento”*
- **Mención de honor:** Ings. Oscar Mauricio Herrera, Rubén Darío Moreno y María Alejandra Martínez, por la presentación del trabajo *“Ecosistema de análisis de información, impactando la eficiencia operacional a través del monitoreo de condición de la industria Oil & Gas en Colombia”*



PRIMER PUESTO



Giovanni Torres.
Ing. Mecánico

El primer puesto fue otorgado a los Ingenieros Giovanni Torres Álvarez Experto de Operaciones y Carlos Torres Mejía Ingeniero de Confiabilidad e Integridad de Equipo rotativo de Cenit, por la presentación del trabajo: *“Buenas prácticas para la selección y compra de bombas centrífugas (PUCE) API 610 para el transporte de hidrocarburos líquidos por ductos”*.

Los Ingenieros de Cenit destacaron en su trabajo las buenas prácticas técnicas y organizacionales que se implementaron, así como los beneficios obtenidos durante el proceso de renovación tecnológica de las Unidades Paquete de Bombeo (UPB) que permitieron en la entidad: Seleccionar equipos con alta eficiencia energética, a costos competitivos y flexibilidad operativa; mejorar tiempos y costos en evaluación de ofertas; estandarizar selección de tecnología de variadores de velocidad y permitir réplica de buenas prácticas en futuros procesos de compra sin que se impacte por la rotación de personal.

[Leer Ponencia](#)

SEGUNDO PUESTO



Carol Andrea Varela López.
Enlaza, Grupo de Energía de Bogotá

El segundo puesto fue otorgado a Oscar Iván Herrera Andrades, Ingeniero Electricista y Carol Andrea Varela López, Gerente Social y Relacionamento de Enlaza, Grupo de Energía de Bogotá y por la presentación del trabajo: *“Una mirada social de la gestión de activos para contar con infraestructura sostenible en Enlaza, Grupo de Energía de Bogotá”*.

Oscar Iván Herrera Andrades y Carol Andrea Varela del Grupo de Energía de Bogotá, destacaron en su trabajo, la importancia de la gestión de activos en la entidad desde un enfoque social y sostenible. Los ponentes toman como referencia en su trabajo los criterios de sostenibilidad propuestos por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), para el ciclo de vida de los activos, para luego exponer el papel fundamental en la gestión social que juegan el respeto por los derechos humanos, la diversidad étnica y preservación cultural como elementos para la sostenibilidad. En opinión de los expertos, una adecuada gestión social, sumado a los componentes financieros, ambientales e institucionales, ayudará a Enlaza en la labor de hacer sostenibles sus proyectos operativos o futuros desarrollos.

[Leer Ponencia](#)

“El Premio ACIEM a la Ingeniería de Mantenimiento 2024, es un reconocimiento al conocimiento, experiencia e investigación en la Gestión de Activos y Mantenimiento”

De esta manera, ACIEM cumple con su objetivo en el desarrollo integral del Ingeniero, mediante la capacitación y actualización permanente. Es un compromiso para hacer mejores profesionales de mantenimiento y gestión de activos y enfocarlos hacia empresas competitivas y productivas.

TERCER PUESTO



Eduardo Moreno Chinchilla.
Ing. Mecánico

El tercer puesto fue otorgado a Eduardo Moreno Chinchilla, Ingeniero Mecánico; Francisco Patiño Coordinador de Gestión de Información y Activos y María Victoria Avilés Navarro, Líder de Desincorporación por la presentación del trabajo “Desincorporación aplicada en la gerencia de la Refinería de Barrancabermeja -Ecopetrol”.

Los expertos de la Refinería de Barrancabermeja- Ecopetrol, destacaron en su trabajo el proceso de desincorporación de activos fijos en la Refinería detallando sobre: Modelo corporativo gestión activos fijos desincorporación; controles Ley Sarbanes- Oxley (SOX), asociados a la desincorporación de activos en ECP; provisión para desincorporación, por medio del cálculo de costo de abandono; planeación de presupuesto y uso de provisión de abandono; estrategias para desincorporar activos en la Gerencia Refinería de Barrancabermeja (GRB); vidas útiles remanentes activos de GRB; elaboración del plan de desincorporación de activos fijos; Seguimiento a ejecución plan de desincorporación activos y lecciones aprendidas durante la implementación proceso.

[Leer Ponencia](#)

MENCIÓN DE HONOR



David Arroyo Oconitrillo.
Ing. Electromecánico

Mención de honor otorgada a David Arroyo Oconitrillo, Ingeniero Electromecánico por la presentación del trabajo “Inteligencia Artificial, el eslabón perdido de la gestión de activos y el mantenimiento (No es ficción)”.

El Ing. David Arroyo Oconitrillo, Director de Mantenimiento Institucional en la Caja Costarricense del Seguro Social, realizó un análisis sobre el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en la gestión de activos y mantenimiento en el que identificó que la IA es eslabón perdido de la Gestión de Activos y Mantenimiento porque permitirá efectuar cosas innovadoras tales como implementar estrategias de mantenimiento “Zero fallas”; facilitará la vida al ser humano; hará que la gestión de las empresas sea informada y eficiente y de esta manera se eliminará la mayor parte de problemas hallados en la industria, lo que se resume en máxima rentabilidad. Para ello, en el corto y mediano plazo los Ingenieros tendrán un papel trascendental en el diseño, desarrollo, mejora y supervisión de estos sistemas inteligentes.

[Leer Ponencia](#)

MENCIÓN DE HONOR



Oscar Mauricio Herrera.
Ing. Mecánico

La segunda mención de honor fue otorgada a Oscar Mauricio Herrera, Ingeniero Mecánico; Rubén Darío Moreno, Ingeniero electrónico y María Alejandra Martínez, Ingeniera Mecánica, por la presentación del trabajo “Ecosistema de análisis de información, impactando la eficiencia operacional a través del monitoreo de condición de la industria Oil & Gas en Colombia”.

Los Ingenieros del Oleoducto de los Llanos S.A. (ODL) compartieron el trabajo de implementación, uso y análisis de la información que aportan los datos provenientes de sensores y sistemas de control, para apoyar las decisiones estratégicas, mejorar el desempeño organizacional y operar de forma predecible y eficiente para fortalecer así, la estructuración del ecosistema de análisis de información basado en indicadores operativos, tácticos y estratégicos. De esta manera, la organización fomenta un entorno de nuevas oportunidades de negocio y fortalece la mejora continua, mediante la conceptualización y materialización de iniciativas con resultados concretos, alineado con la estrategia digital de ODL.

[Leer Ponencia](#)



inmel

SOMOS SU ALIADO EXPERTO

Somos integradores en soluciones de infraestructura, operación y servicios de ingeniería, para gobierno, empresas y clientes finales de los sectores de la construcción, minero-energético, telecomunicaciones, agua y saneamiento.

Desde **1980** → 44 Años

Colaboradores → **+5.500**

+118 → Sedes

Países → **3**



www.inmel.com.co



Una mirada integral del liderazgo en gestión de activos



En el marco del XXVI Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de activos se realizó el panel: Liderazgo en la Gestión de Activos que contó con la participación de Edna Guerra, Gerente de Producción Refinería de Cartagena; Diana Giraldo, Directora de Operaciones y Gestión de Activos de Ocesa; Sandra Milena Orozco, Vicepresidenta de Oleoductos de Cenit; Sally Manga, Gerente de Mantenimiento en Cerromatoso; Yenny Cañaverl, Coordinadora de Mantenimiento en Haceb, con la moderación de Pedro Rosales, Presidente del Comité Organizador del Congreso.

El Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos organizado por la Asociación Colombiana de Ingenieros ACIEM, es el evento donde año tras año Ingenieros, conferencistas, ponentes y empresarios se dan cita para conversar sobre tendencias, buenas prácticas y lecciones aprendidas en el área de Mantenimiento y Gestión de Activos.

En el marco del XXVI Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos que ACIEM realizó del 24 al 26 de abril, se realizó el panel: *Liderazgo en la gestión de activos*, el cual contó con la participación de líderes estratégicos de la industria: Edna Guerra, Gerente de Producción Refinería de Cartagena; Diana Giraldo, Directora de Operaciones y Gestión de Activos de Ocesa; Sandra Milena Orozco, Vicepresidenta de Oleoductos de Cenit; Sally Manga, Gerente de Mantenimiento en Cerromatoso; Yenny Cañaverl, Coordinadora de Mantenimiento en Haceb, con la moderación de Pedro Rosales, Presidente del Comité Organizador del Congreso.

“ En términos de liderazgo, tener un equipo donde todos piensen diferente y sean diversos en su máxima expresión, nos permite a los líderes tomar mejores decisiones ”

A continuación presentamos una síntesis de este panel, que estuvo orientado a socializar la importancia de un adecuado liderazgo en la Gestión de Activos, desde la visión estratégica de las líderes de los resultados de las compañías y las lecciones aprendidas en este proceso, al igual que analizar las experiencias que como Ingenieras, han atravesado a lo largo de su carrera profesional en el área de Mantenimiento y Gestión de Activos.

▶ **“Diversidad permite a los líderes tomar mejores decisiones”: Ocesa**



Diana Giraldo,
Directora de Operaciones y Gestión de Activos de Ocesa

En términos de liderazgo, tener un equipo donde todos piensen diferente y sean diversos en su máxima expresión, nos permite a los líderes tomar mejores decisiones porque se toma como base escucharlos a todos y tomar una decisión en conjunto. Lo mejor que se puede tener en un equipo es diversidad porque esto enriquece al equipo.

Este concepto se ha transformado con el tiempo, ya que hoy en día las decisiones de un equipo no se limitan al líder sino que son tomadas en conjunto. Si al final en la decisión colectiva alguno no está de acuerdo, centramos los esfuerzos en apoyarla porque finalmente es construida entre todos.

En este proceso es muy importante que todos trabajen en sus roles y responsabilidades y además se comprometan en cada uno de sus procesos. Cuando logras como líder que esto ocurra, se genera un cambio radical porque las personas ya no esperan a que el gerente tome las decisiones, sino que se inicia toda una estrategia efectiva de confianza y esto es muy importante para saber que vamos por el camino correcto.

Además es importante la confianza porque sin este factor los procesos no funcionan y este ha cambiado

mucho a lo largo del tiempo porque en la medida que nosotros podemos tener un ambiente tranquilo y de confianza para expresarnos, las cosas se solucionan y podremos lograr grandes cosas juntos.

▶ **“Debemos seguir trabajando en la generación de ambientes para mujeres”: Refinería de Cartagena**



Edna Guerra,
Gerente de Producción de la Refinería de Cartagena de Ecopetrol

De las 450 personas que hay en la operación en la Refinería Cartagena, hoy el 31% somos mujeres en cargos de liderazgo. En la gerencia de mantenimiento de 216, hay un 12% de mujeres y contamos por ejemplo, con soldadoras con muy buenas competencias por lo que es importante seguir trabajando en la generación de ambientes para mujeres y también entender la diferencia que existe entre unos y otros.

Ecopetrol se ha tomado el liderazgo de la Refinería como parte de una estrategia global que está alineada con los objetivos de la entidad, por lo que se han definido unas competencias organizacionales: primero la vida y apasionados por la excelencia; segundo la colaboración y trabajo en equipo y por último la innovación, competencias que hacen comprender a las personas la importancia en su rol y en una correcta toma de decisiones sobre él.

Por lo anterior es importante entender las diferencias entre hombres y mujeres, así como potenciarlos de

forma adecuada. Afortunadamente se ha entendido bien el concepto sobre las razones de la inclusión y no es solo por ser mujer, sino porque son complementarios. Tener una discusión en donde hay mujeres y hombres, ayuda a tener una vista integral de la toma de decisiones y de la gestión del riesgo.

Ecopetrol, por ser de alto riesgo, requiere que las personas involucradas en cada proceso sean de altísimas competencias y gran enfoque corporativo, por lo que especialmente en la Refinería de Cartagena, se incentiva la formación en conjunto con el SENA, también con el objeto de motivar a más personas a capacitarse, especialmente mujeres.

“Estamos construyendo los ambientes para que todos estemos identificados”: Cenit



Sandra Milena Orozco,
Vicepresidenta de Oleoductos de Cenit

Cenit cuenta con un programa de equidad y diversidad bastante amplio, que va más allá del tema de género y se extiende hacia la primera oportunidad laboral, etnias e incluso discapacidades y está en el proceso de construcción de ambientes para que todos se encuentren vinculados. La entidad está comprometida en implementar acciones que permitan lograr la equidad; una cultura de tolerancia; reconocimiento de la diversidad y respeto por la diferencia, con el objeto de disminuir barreras de acceso a oportunidades y crecimiento profesional.

“ Tener una discusión en donde hay mujeres y hombres, ayuda a tener una vista integral de la toma de decisiones y de la gestión del riesgo ”

Existen condiciones que se deben trabajar desde la cultura y el propósito de la alta dirección de la entidad y es justamente que los programas de equidad y diversidad no se queden en nombre sino que se hagan realidad. Es importante no ver a los demás (hombres y mujeres) como oposición o competencia, porque la clave es mantenerse enfocado en sus sueños y planes, identificando siempre que el apoyo de otros es muy importante.

Además, es determinante confiar en los equipos de trabajo y realizar tareas de forma mancomunada para el éxito de los proyectos y sembrar cultura no solamente al interior de la organización, sino en todo el territorio nacional.

“Es necesario que el liderazgo se transforme”: Cerromatoso



Sally Manga,
Gerente de Mantenimiento de Cerromatoso

El Comité de Dirección de Cerromatoso actualmente está formado por un 36% de mujeres superintendentes, operativas entre mantenimiento y operación y de las que están frente en los hornos colando, alrededor del 50%. Esto es un verdadero orgullo para la entidad porque se está viviendo una verdadera política de inclusión, que es parte de lo que se requiere promover en otras organizaciones.



► **“Buscamos que el talento se priorice sobre la edad, raza o género”:** Haceb



Yenny Cañaveral,
Coordinadora de Mantenimiento de Haceb

En Cerromatoso consideran que liderar no está relacionado exclusivamente a las mujeres, sino que involucra todas las personas que están en las organizaciones, por lo que es necesario que este se transforme, ya que no solo es el líder quien da instrucciones, sino que se convierte en un proceso participativo, donde el gerente otorga una responsabilidad compartida a todo el equipo de trabajo.

Además se destaca el gran papel que juega un liderazgo asertivo y de escucha activa, basado en el respeto, en inteligencia emocional y en un relacionamiento genuino, propio de las mujeres. *“A veces con el estilo femenino natural de abrazar y acoger, empezamos a darle más participación al equipo a través de las políticas de inclusión y diversidad en las organizaciones. Nos estamos moviendo cada vez más a tener mayor participación, no solo en este escenario, sino en temas ya operativos y de producción”:* concluyó la Gerente de Mantenimiento de Cerromatoso.

Desde hace cuatro años Industrias Haceb trabaja en el programa *Talentos sin Etiquetas* el cual busca que desde la diversidad, equidad e inclusión, se priorice el talento sobre la edad, la raza o el género. No solo se habla de mujeres y hombres, sino también en personas que nunca han tenido una oportunidad profesional ni han tenido su primer empleo y que son descartados porque no cumplen con la experiencia.

Según lo indicó la Coordinadora de Mantenimiento de Haceb, este programa se ha desplegado a los 4.000 empleados de la empresa y también trabajan conjuntamente con la Asociación Nacional de Industriales (ANDI) en un proceso de mentorías para las mujeres líderes. *“Es importante que nosotras aprovechemos nuestra voz y tengamos más participación en todo lo que conlleva el liderazgo. Actualmente en gerencias medias altas, somos 50% hombres y 50% mujeres y esto es un logro muy importante, pero cabe destacar que ya para la parte técnica operativa debemos trabajar mucho más”.*

Además manifestó que es muy importante liderar de forma participativa porque permite definir estrategias concretas, que involucre a todo el personal de una organización e hizo especial énfasis, en romper paradigmas desde la infancia con el objeto de incentivar a los jóvenes a elegir la Ingeniería como profesión. ▲

“Ingenieros son fundamentales en la Política de Reindustrialización”: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

Palabras de Camilo Rivera Pérez, Director de Productividad y Competitividad del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en el acto de instalación del XXVI Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos, organizado por ACIEM.

“En el siglo XXI nos estamos enfrentando a retos muy importantes, dados los vertiginosos cambios en la economía y en la sociedad. Por un lado, las innovaciones se están dando a un ritmo muy acelerado y esto impone un reto para todos los que estamos liderando y desarrollando procesos productivos. Mantenerse al día en ese mundo que cambia todo el tiempo, en términos de innovación y nuevos procesos es complejo.

Nos enfrentamos a los cambios climático y geopolítico en el mundo y la relocalización de procesos productivos. Estos fenómenos nos generan un desafío importante frente a las decisiones estratégicas de las sociedades y los países.

El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo encabeza una Política de Reindustrialización cuyo objetivo es lograr que los retos existentes en términos de sostenibilidad y cambios geopolíticos, sean una oportunidad para el desarrollo productivo en el país y un proceso incluyente y sostenible en todos los aspectos: ambiental, social y económico. Para lograrlo, se han propuesto cinco grandes apuestas: transición ener-



Camilo Rivera Pérez.
Director de Productividad y Competitividad.
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

gética; agroindustrialización y soberanía alimentaria; reindustrialización basada en el sector salud; reindustrialización para la defensa y la vida, y una apuesta transversal por los territorios y su tejido empresarial.

Estas apuestas de la Política de Reindustrialización son y serán clave para el futuro de la economía y de la sociedad. El reto es cómo se construye un desarrollo productivo de abajo hacia arriba, puesto que la mayoría de los proyectos e iniciativas ocurren en las regiones y no desde una oficina del Gobierno Nacional.

Una gran apuesta es cómo se construye esa productividad desde los territorios, con un apoyo mucho más decidido en términos de conectividad funcional, de llevar esas apuestas a cambios territoriales.

Somos conscientes que hay regiones que en este nuevo mundo dependerán cada vez menos de los combustibles fósiles y que tendrán que transformar su actividad productiva lo cual implica que, como Estado, tenemos que llegar con nuevas industrias y cambios en esas actividades productivas regionales. En este sentido, el turismo y la cultura serán ejes que ayuden a generar reconversión de algunas de estas áreas, con propuestas más cercanas a sus sectores y desde el Estado identificar cómo apoyar esas iniciativas de país y convertirlas en oportunidades para las regiones.

“ *En relación con la Política de Reindustrialización, el objetivo es lograr que los retos existentes en términos de sostenibilidad y cambios geopolíticos, sean una oportunidad para el desarrollo productivo en el país* ”

Entonces, vemos una oportunidad muy clara en la Transición Energética Justa, no desde el punto de vista de generación energética y el cambio en la matriz sino desde el punto de vista de la reindustrialización y cómo construir una industria de bienes y servicios alrededor de esta transición. La pregunta, y mucho de lo que ustedes también, supongo, están trabajando en todas sus empresas, es: ¿cómo me integro a esos grandes proyectos, a esas grandes apuestas?

La transformación de la matriz energética implica paneles solares y generadores eólicos, pero también implica transformar las redes de nuestras ciudades;

transformar los sistemas de transporte público; la reconversión de la industria automotriz, hacia nuevos productos y en general al interior de las empresas.

Lo clave es cómo le apostamos de manera decidida a transformar los procesos productivos a procesos más sostenibles, pero no porque sea responsable socialmente, es porque de verdad es negocio involucrarse en la Transición Energética, bien sea desde el desde el punto de vista de integración a esos grandes proyectos de la transformación de la matriz energética como proveeduría o cómo, al interior de nuestros procesos transformamos los procesos productivos, para poder cumplir con esos nuevos estándares que se establecerán en la industria.

Por ejemplo con las zonas francas tenemos un proyecto de parques eco-industriales y ya se han hecho unos pilotos con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU-DI). Se generan ahorros importantes cuando las empresas deciden aprovechar, de manera contundente estas iniciativas. Ahorros superiores al 30% en energía en uso de otros recursos, en reprocesos, reducción de desperdicios y otras prácticas de economía circular.

Un reto es cómo se construye ese tejido y el desarrollo empresarial desde de los territorios con mayores oportunidades, facilitando esas transiciones productivas de los territorios. Por otro lado, la gran apuesta de convertir la transición energética en encadenamientos productivos de todas nuestras empresas y especialmente, las que hoy asisten a este Congreso de ACIEM, en esa gran apuesta de la transición energética.

Otra apuesta productiva, es llevar también el conocimiento y la tecnología a la agroindustria, para contar con procesos productivos en el agro mucho más eficientes y que permitan convertir ese sector en una gran apuesta de país. Un gran sector productivo pero bajo la lógica de la sostenibilidad; que se puedan llevar a todos los ciudadanos y también al exterior, unos productos del agro mucho más sostenibles y amigables con el ambiente. Allí vemos *oportunidades muy importantes* para el desarrollo de la bioeconomía.

Por otro lado, la apuesta por el sector salud y cómo se construye ese aparato productivo alrededor de este sector, en términos de encadenamientos, de tener más industrias dedicadas a producir estos bienes y servicios para convertirse en proveedores con más tecnología, con investigación y desarrollo en este sector y cómo las empresas pueden ser proveedores de esas innovaciones, de esos nuevos productos que se requieren.

Y por último, cómo construimos una industria a partir de los gastos en el sector defensa; que esas empresas que hoy están en este sector, como son Indumil, Cotecmar, Codaltec y la CIAC, no sean la excepción en el sector defensa, sino que haya muchas más empresas como ellas que se convierten en proveedores y productores de esos bienes.

Quiero resaltar el papel de los Ingenieros en la Política de Reindustrialización donde serán cruciales, porque precisamente son ellos los que, por un lado, generan innovaciones e investigación y desarrollo en nuevos productos; y por el otro son quienes permiten esa transferencia de conocimiento y tecnología a la industria nacional.



Muchas innovaciones ya existen en el mundo y tenemos que ver cómo las adaptamos y empleamos en Colombia, porque no es simplemente traer una tecnología, eso no funciona así. Se requiere hacer una adaptación y apropiación de esa tecnología. Los Ingenieros ahí son cruciales para hacer que estas innovaciones y desarrollos tecnológicos nos generen mayor productividad y desarrollo en el país.

Ahora bien, los efectos del cambio climático han implicado acciones y reacciones de parte de los distintos gobiernos a nivel mundial y también de la sociedad, incluso de los consumidores.

“ Un reto es cómo construimos el tejido y desarrollo empresarial desde los territorios con mayores oportunidades, facilitando esas transiciones productivas que se darán ”

Lo que vamos a empezar a ver es, que así como los Ingenieros están acostumbrados a utilizar estándares de calidad. Por ejemplo, con una parte o pieza que debe cumplir con una norma técnica de durabilidad o de resistencia a cierto número de procesos, ese mundo de normas técnicas que estaba muy ceñido a temas productivos, de la salud y el medio ambiente, ahora su espectro se ampliará para cumplir con un sinnúmero de estándares relacionados con sostenibilidad.

Finalmente, el mundo actual enfrenta una serie de riesgos geopolíticos muy importantes, lo cual se ha visto reflejado en la forma como opera el aparato productivo. Lo que estamos viendo con los acontecimientos internacionales del Covid-19, la guerra entre Rusia y Ucrania y la guerra en Medio Oriente, es una relocalización de la producción o lo que se denomina el ‘nearshoring’.

Entonces, las decisiones de localización de la producción se empiezan a parecer mucho a las decisiones financieras, en donde la rentabilidad alta está asociada a una exposición al riesgo y por tanto requiere la diversificación. Lo mismo ocurre con las cadenas de valor que ayudaron a que muchas empresas redujeran de manera significativa sus costos, pero ello implicaba estar más expuesto comparado con los riesgos de tipo sistémico como el Covid-19 y las cadenas de suministro fueran menos confiables”. ▲

¿Cómo la planeación de mantenimiento ayuda a la gestión de las Mipymes?

POR: COMISIÓN DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS – ACIEM

A lo largo de la historia de las empresas y la industria, la planeación del mantenimiento ha sido un eje fundamental para identificar los momentos de intervención de un equipo o maquinaria, mediante técnicas de mantenimiento preventivo, correctivo o predictivo, con el objetivo de asegurar la confiabilidad, maximizar la vida útil y lograr la mayor eficiencia dentro de los procesos en los cuales interviene.

El mantenimiento tiene el reto de determinar qué tipo de trabajo (s) o intervención (es) se debe (n) realizar en las maquinarias y equipos y la forma como este se debe implementar para preservar de forma adecuada los activos, sin afectar la productividad de la empresa.

Gestionar el mantenimiento de una micro, pequeña y mediana empresa (Mipymes) se debería asimilar a 'pilotear' una pequeña aeronave, donde la mayor cantidad de elementos son de carácter crítico y la presencia de una falla en alguna de las partes puede ser de características catastróficas.

Entendiendo la necesidad de fortalecer la planeación del mantenimiento en las empresas, la Comisión de mantenimiento y gestión de activos de ACIEM, elaboró el documento: *Guía para la planeación de mantenimiento en micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes)* - (se puede consultar integralmente en www.aciem.org); con el objetivo de orientar a los empresarios frente a las estrategias que se pueden



implementar para garantizar el adecuado funcionamiento de sus activos, sin importar su tamaño o valor y con ello mejorar su productividad, competitividad y rentabilidad en cualquier sector de la economía del país.

Objetivos de la planeación de mantenimiento

El documento de ACIEM, plantea lo que debe tener en cuenta cualquier empresa o industria para la gestión del mantenimiento de sus activos físicos, puesto que las grandes empresas en su mayoría cuentan con recursos suficientes, tanto humanos como financieros, que les permiten adelantar estrategias robustas.

Esta guía no pretende limitar a los empresarios o industrias a realizar actividades diferentes o de mayor cobertura para el cuidado de los activos. Las organizaciones tienen un contexto interno que incluye misión; visión; políticas; objetivos; estrategias; metas; roles y responsabilidades; estructura organizacional, normatividad entre otros, que sirven de guía para identificar y definir cómo pueden verse afectados por los grupos de interés internos (accionistas, directivos, trabajadores), ya sea de forma directa o indirecta.

De otro lado, en el análisis del contexto externo se deben considerar aspectos como: competencia; regulaciones legales que apliquen; economía; mercado; política; tecnología; cultura y demás aspectos que se consideren necesarios, para identificar afectaciones al normal desarrollo económico y social de los grupos de interés externos (gobiernos, clientes, proveedores, comunidades, competencia, aliados, entre otros).

A continuación, se entregan algunas prácticas para la construcción de los planes de mantenimiento. Es importante realizar una mención especial a la inclusión del concepto 'proceso' a lo largo de esta guía. Hoy en día, el término 'procesos de empresa-industria', 'procesos de negocio' o 'procesos de gestión' (para diferenciarlos de los procesos productivos), están definidos como las mejores maneras para gestionar las compañías, al punto de encontrarse como uno de los ejes y requerimientos de las normas de gestión como ISO 9001 e ISO 55001.

Dado que mantenimiento es considerado un proceso de empresa, este término se aplicará a lo largo de esta guía y a su vez, se propondrá el uso de términos como subproceso y procedimiento, para representar mayores niveles de detalle de las actividades.

En cualquiera de los tres niveles, se debe partir de la premisa que todas las actividades de mantenimiento deben ser planeadas antes de ser ejecutadas,

independiente de la forma en que sean requeridas o para el caso del nivel operacional, generadas las órdenes de trabajo.

Plan estratégico y objetivos

En primer lugar, es necesario identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (metodología conocida como DOFA o FODA) que enfrenta el mantenimiento desde las perspectivas internas y externas.

Una vez identificados cada uno de los componentes, es necesario definir acciones para: (I) enfrentar las amenazas para reducir sus riesgos; (II) eliminar o reducir las debilidades (los eslabones débiles de una cadena son los que definen la resistencia de la misma); (III) hacer sostenibles y potenciar las fortalezas y (IV) aprovechar las oportunidades, ya sea para obtener mejores y nuevos beneficios o para contribuir con la mejora de los conceptos del DOFA.

El plan estratégico se compone de la consolidación de las acciones, asignación de responsabilidades y tiempos estimados de ejecución, y una vez se obtiene, el siguiente paso será establecer los objetivos para generar el cumplimiento del mismo.

Indicadores de resultado, alineados con la organización:

Definidos objetivos y metas en la empresa, el equipo de trabajo de mantenimiento debe establecer los indicadores que permitan medir el cumplimiento de metas y la efectividad de las mismas acciones, a estos indicadores se les denomina comúnmente Indicadores Claves de Desempeño (KPI por sus siglas en inglés).

Dado que este trabajo implica el manejo de gran cantidad de datos, se hace necesario contar con sistemas de información y comunicación con la capacidad de generar los indicadores y a su vez, utilizar sistemas eficientes para reducir al mínimo el esfuerzo que ello amerite. ▲

Nota: El documento completo de ACIEM: *Guía para la planeación de Mantenimiento en micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes)* se puede consultar en su totalidad en www.aciem.org.

¿Cómo la transformación digital se convierte en una herramienta para optimizar el desempeño de los activos e infraestructura?

POR TIBAIRE DEPOOL*



Desafíos

Para dar respuesta a la pregunta ¿Cómo la transformación digital se convierte en una herramienta para optimizar el rendimiento de los activos e infraestructura?, primero tenemos que responder a la pregunta acerca de cuáles son los mayores desafíos de las empresas actualmente.

En este sentido, a través de estudios generados desarrollados por PMM Innovation Group, las empresas

manifiestan indiferentemente de que sean públicas o privadas, es la de lograr la “supervivencia”, demostrar sostenibilidad y mejorar las decisiones que responda a la velocidad de los ámbitos económicos, social y tecnológicos.

La supervivencia va más allá de la simple permanencia en el mercado. Se trata de la capacidad de adaptarnos, evolucionar y prosperar en un entorno dinámico y desafiante a nivel: tecnológico, social, económico.

Las proyecciones de crecimiento de la región y del PIB en menos del 2% (2024) en Colombia, orientan al sector industrial e infraestructura a apostar de forma inteligente en soluciones tecnológicas que apoyen a optimizar los variables que apuntan directamente al EBITDA, ROA y ROIC. Estos indicadores financieros son claves para demostrar objetivamente qué tan eficientes y sostenibles están gestionando los activos y la infraestructura.

En este contexto, la transformación digital ofrece una amplia gama de herramientas y técnicas que pueden utilizarse para optimizar el desempeño de los activos e infraestructura; contribuir en mejorar la eficiencia operativa; aumentar la productividad a nivel de la toma de decisiones y procesos, y en optimizar los costos que apoyan a la mejora de la sostenibilidad.

Así la transformación digital nos ofrece estrategias a nivel del monitoreo en tiempo real, edge computing (Cloud Computing, o computación en la nube), mantenimiento predictivo, optimización de procesos entre ellos el de toma de decisiones, gestión de activos digitales (digital twins), mejora de la seguridad a través de sistemas de vigilancia avanzados, acceso remoto y controles de seguridad robustos.

“ *Es importante tener en cuenta que la transformación digital no es solo una cuestión de tecnología, también se trata de transformar procesos, capacidades y modelos de negocio* ”

Hacia dónde nos orientan las cifras

Es importante conocer el mercado, acerca del desarrollo y mercado de las tecnologías. Algunas cifras indican el nivel de adopción e incorporación de estas estrategias en el sector industrial y en el sector de gestión de infraestructuras.

Desde el 2020, se evidencia el crecimiento de un 19% de los servicios en la nube y alcanzando un valor de \$257.9 mil millones de dólares (Gartner).

El mercado de tecnologías de transformación digital está experimentando un crecimiento significativo. Se proyecta que alcance los \$1.5 billones de dólares para 2025, con una tasa de crecimiento de más del 22% (MarketsandMarkets).

Las tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA), la analítica de datos machine learning (aprendizaje) y la realidad aumentada (RA) alcanzan una tasa de crecimiento anual del 20% y en el 2024 se espera que alcancen más de 100 millones de dólares

en gastos en estas nuevas tecnologías (IDC). En esta misma línea se espera que el mercado de la ética de la IA alcance de \$3.9 mil millones de dólares para 2026 (Research and Markets).

El Internet de las Cosas (IoT) es otro componente crucial de la transformación digital. Se estima que para 2027 habrá más de 40 mil millones de dispositivos IoT conectados (Statista). Esto representa una expansión significativa de la red de dispositivos interconectados que recopilan y comparten datos.

Con el aumento de dispositivos IoT y la necesidad de procesamiento de datos en tiempo real, el Edge Computing (Cloud Computing, o computación en la nube o computación distribuida) está ganando terreno. Se espera para el 2025 que el mercado del Edge Computing alcance más \$15 mil millones de dólares, con una tasa de crecimiento anual superior al 34% (MarketsandMarkets).



La implementación de redes 5G está impulsando la conectividad avanzada, lo que permite velocidades de datos más rápidas y una menor latencia. Esto facilita la adopción de aplicaciones y servicios que requieren una conexión rápida y confiable, como la realidad aumentada, la telemedicina y los vehículos autónomos.

Se espera que el mercado global de tecnología 5G alcance más de \$667 mil millones de dólares para 2026 (Allied Market Research).

La RPA (Automatización Robótica de Procesos) está revolucionando la forma en que se realizan las tareas repetitivas y basadas en reglas en las organizaciones. Se espera que el mercado de la RPA alcance al menos los \$25 mil millones de dólares en el año 2027, con una tasa de crecimiento anual de más del 40%. La adopción de la RPA está siendo impulsada por la necesidad de aumentar la eficiencia operativa y reducir los costos (Según Grand View Research).

“ Con el aumento de las amenazas cibernéticas, la ciberseguridad avanzada se ha convertido en una prioridad para las organizaciones ”

Uno de los aspectos clave para la gestión adecuada de los riesgos inherentes a la tecnología es la ciberseguridad avanzada. Con el aumento de las amenazas cibernéticas, la ciberseguridad avanzada se ha convertido en una prioridad para las organizaciones. Para ello se están adoptando tecnologías como el análisis de comportamiento, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático para detectar y responder a las amenazas de manera más efectiva. Se espera que el mercado de la ciberseguridad alcance al menos los \$345.4 mil millones de dólares para el año 2026.

Ante inmensas oportunidades, ¿por dónde iniciar?

La transformación digital es un viaje complejo y multifacético que requiere una cuidadosa planificación y ejecución. Para iniciar este proceso de manera efectiva, es crucial adoptar un enfoque integral que abarque tanto los aspectos tecnológicos como los organizativos y culturales.



En primer lugar “Enfoque Adecuado”, es importante establecer una visión clara y una estrategia sólida que defina los objetivos y resultados deseados de la transformación digital. Esto implica identificar cuáles son las variables que son sensibles de mejoras y que apalancan la mejora de los indicadores EBITDA, ROA y ROIC. Esto ayudará a priorizar las áreas de oportunidad, así como establecer métricas claras para medir el progreso y el éxito del programa de implementación.

Algunos resultados indican que las empresas pueden alcanzar los siguientes beneficios:

- Entre 5-20% aumento del retorno del capital invertido. Este resultado puede alcanzarse al mejorar la eficiencia de los procesos de abastecimiento, operación, mantenimiento, digitalización e innovación.
- Optimización del Capex- Opex en más de un 15% al mejorar el proceso de toma de decisiones sobre los activos y la planificación.
- ✔ Al mejorar la gestión de los riesgos, criticidad y salud de los activos:
- ✔ Recuperación entre el 1-3% en pérdidas causadas por la materialización de los riesgos.
- ✔ Más del 15% en ahorros a nivel de la prima de seguros.
- ✔ Entre el 15-38% en ahorros en el presupuesto de mantenimiento.

En este sentido, en este primer paso es definir el *business case* acerca de cuál es el valor que requieren lograr e identificar cuáles son las capacidades y/o posibilidades que ofrece la tecnología, para asegurar el valor comprometido por la transformación digital.

En cuanto a la implementación práctica, recomendaría comenzar con proyectos piloto o iniciativas específicas que puedan proporcionar resultados tangibles en un plazo razonable. Esto permite a la organización ganar impulso y demostrar el valor de la transformación digital de manera concreta.

“ Conocer hacia dónde va la tecnología y que capacidades desarrolla, nos ayudará a contribuir a la supervivencia de la empresa ”

En segundo lugar “Alinear a la organización”, es fundamental involucrar a todas las partes interesadas relevantes, desde la alta dirección hasta los empleados de primera línea, en el proceso de transformación. Esto requiere comunicación abierta y transparente, así como la creación de un programa de cambio cultural que fomente la colaboración, la innovación, el aprendizaje continuo y la adopción de nuevas formas de trabajo.

En tercer lugar “Compromiso por los resultados y no solo por la implementación de una solución” es dar garantía que se entregará el valor comprometido y que no se caerá en inercia. Para ello se debe fortalecer el control y seguimiento para monitorear que se

está capitalizando los resultados comprometidos del programa de transformación digital, o en su defecto, ajustar cualquier desviación identificada.

Reflexión

Es importante tener en cuenta que la transformación digital no es solo una cuestión de tecnología, también se trata de transformar procesos, capacidades y modelos de negocio para adaptarse al entorno digital en constante cambio. Por lo tanto, es fundamental que la organización esté dispuesta a adaptarse y evolucionar a lo largo del tiempo, aprovechando nuevas oportunidades y abordando nuevos desafíos a medida que surjan.



En resumen, para iniciar la transformación digital de manera efectiva, es necesario tener una visión clara, involucrar a todas las partes interesadas relevantes y comenzar con proyectos piloto específicos que puedan proporcionar resultados tangibles. Todo proceso de transformación debe ser metódico, enfocado a la generación de valor y debe ser sostenible. ▲

* **Tibaire Depool PhD.** Doctora en Diseño, Fabricación y Gestión Proyectos Industriales – Línea de Investigación Gestión de Activos (UPV España), con más de 25 años de experiencia industrial y académica. Socia Fundadora de PMM Innovation Group y experta en implementación de Sistemas de Gestión de Activos y Facility Management, Excelencia Operacional y Soluciones Digitales relacionadas a Toma de Decisiones en Activos en Infraestructura.

Mantenimiento prescriptivo, un paso más allá de la predicción

POR: DIANA CAROLINA SILVA AYALA*

Estamos viviendo en una época donde todo está avanzando muy rápido, especialmente con la adopción de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) e industria 4.0. En sectores como la manufactura y Oil & Gas, estas tecnologías hacen grandes aportes a la manera como se abordan las labores de mantenimiento, como lo es el mantenimiento prescriptivo. Como su nombre lo indica, este es el tipo de mantenimiento nos genera una prescripción, similar a lo que ocurre en una cita médica, la cual nos da las indicaciones para abordar acciones para prevenir fallas.

“ *El mantenimiento prescriptivo (RxM) busca fusionar los elementos de la industrial 4.0, alinea IT con OT, datos en tiempo real y análisis avanzados de información* ”

Las técnicas de mantenimiento han venido evolucionando con los años, pasando por mantenimiento reactivo, preventivo, predictivo y por último, el mantenimiento prescriptivo, del cual hablaremos ampliamente y que tiene un uso intensivo de datos requiriendo de mayor cantidad de elementos en campo para adquirir la información.

El mantenimiento prescriptivo (RxM) buscar fusionar los elementos de la industrial 4.0, alinea IT con OT, datos en tiempo real y análisis avanzados de información.

Básicamente el sistema parte de la predicción de la falla, analiza la posible causa y emite la lista de acciones sugeridas para prevenir la falla. No solo se anticipa a los problemas como lo hace el mantenimiento predictivo, sino que también genera las acciones específicas para evitar tiempos de inactividad no planificados, enfocándose en una gestión de mantenimiento eficiente e inteligente.



Ilustración 1. Imagen Generada con ChatGPT

Para implementar un plan de mantenimiento prescriptivo en una compañía, es muy importante estar alineado con el plan de transformación digital corporativo, evitando incurrir en dobles inversiones y maximizando la eficiencia.

La implementación de tecnología i4.0 ha demostrado traer grandes beneficios desde la eficiencia hasta lo económico. Según un artículo publicado por McKinsey, acerca del impacto de la Industria 4.0¹, muestra los siguientes valores potenciales: 15-20% reducción de inventory-holding; 15-30% incremento de la productividad; 30-50% reducción del tiempo de parada

de maquinaria; 10-30% incremento de producto terminado; 85% mejora en la precisión del (pronóstico) forecasting y 10-20% de mejora en costo de calidad.

Analizando esos datos podemos observar que la implementación de tecnologías i4.0 conlleva a mejoras significativas y ganancias importantes desde lo monetario. Dada la mayor competitividad del mercado mundial, adoptar estas tecnologías es un paso esencial en el camino de la mejora, el progreso y la eficiencia.

Ahora, desde el punto de vista de mantenimiento se pueden analizar tres principales beneficios:

- **Reducción de costos operativos**, evitando fallas y tiempos de inactividad costosos.
- **Mejoramiento de la eficiencia y productividad**, al optimizar la planificación y programación del mantenimiento.
- **Mayor confiabilidad y disponibilidad** de los equipos, al identificar y abordar problemas potenciales antes de que afecten el rendimiento.

La transformación digital en mantenimiento, ofrece ayuda a los nuevos usuarios y técnicos, especialmente en un contexto global con alta rotación de personal y envejecimiento de la fuerza laboral. Ante este desafío los programas de mantenimiento prescriptivo se convierten en soporte importante de la operación.

Pero surge la pregunta, ¿cómo realizar la implementación de un programa de mantenimiento prescriptivo con los beneficios que ello trae? Se puede plantear una estrategia de tres etapas para lograr llegar a un programa de mantenimiento prescriptivo: Conectar - Predecir - Prescribir:

1. **Conectar:** En esta etapa, se capturan todos los datos requeridos para tomar decisiones. Para esto, lo primero que se debe realizar es definir los datos relevantes para monitorear en tiempo real lo que está ocurriendo con la máquina / línea / proceso, e instalar equipos IIOT o con redes de

comunicación que permitan subir la información a una plataforma, que admita la visualización de datos en línea y facilite entenderlos y evaluar los puntos más críticos para mejorar.

2. **Predecir:** Se ejecutan acciones específicas para la predicción de posibles fallas en los sistemas y entregar la información a las personas correctas, en el formato necesario y entendible. Se utilizan plataformas que empleen algoritmos de analítica de datos y machine learning, almacenando la información recopilada en bases de datos time series, para el modelamiento de los procesos y pronósticos.

“ La transformación digital en mantenimiento, ofrece ayuda a los nuevos usuarios y técnicos, especialmente en un contexto global con alta rotación de personal, y envejecimiento de la fuerza laboral ”

Nos preguntamos si es posible predecir la mayoría o totalidad de las fallas. Teniendo en cuenta todo tiene un patrón, se podría decir que sí, pero para conocerlo, se debe contar con los datos correctos que lleguen a crear el modelo acertado. Aquí podemos hacer una reflexión: siempre hemos pensado que los terremotos no son predecibles.

Sin embargo, recientemente en China llegaron a un modelo de IA que predice los terremotos en una zona específica del país, con un 70% de precisión, usando diversos sensores en la zona, que han alimentado al sistema por 10 años, por lo que nos lleva a la conclusión que predecir fallas en un proceso o en máquinas es posible. En cuanto al mantenimiento, en esta etapa es importante una alta calidad y cantidad de datos históricos para entrenar el modelo y garantizar un alto porcentaje de precisión.

3. **Prescribir:** Se hace un ajuste del sistema, basados en la información histórica y el análisis de causa – fallo. Se implementan sistemas para el análisis automático de la causa raíz de la falla y la generación de recomendaciones. Los usuarios dan retroalimentación al sistema y este se va ajustando para ser más asertivo. El uso de Gemelos Digitales hace parte importante para simular los modelos. En esta fase es crucial la sensibilización de los usuarios con la implementación, también da la oportunidad de innovar haciendo uso de nuevas tecnologías, como la IA Generativa.

Analizando el mantenimiento predictivo y prescriptivo, aquí una tabla resumen de los principales puntos de diferencia:

Criterio	Predictivo	Prescriptivo
Objetivo principal	Predecir las fallas	Predecir fallas y prescribir las soluciones.
Tecnología	Sensórica y analítica de datos	Tecnología predictiva + software de análisis avanzado – sistemas de recomendación, IA Generativa.
Analítica de datos	Identifica patrones, comportamientos anómalos, alertas	Predictivo + análisis de causa raíz y recomendaciones.
Acciones	Alerta sobre posibles fallas	Alerta + recomendación de acciones.
Automatización	Alertas y diagnósticos	Completa, incluye ejecución de soluciones.
Beneficios	Mejora tiempo de respuesta, reduce fallas inesperadas. Indica el tiempo posible para la falla.	Optimiza el rendimiento, extiende la vida útil del equipo. Indica las acciones y puede llegar a mostrar prioridades de acciones de mantenimiento, incluyendo en algunos casos el tiempo requerido para cada acción.

Dentro de lo que es el Modo de Análisis Prescriptivo, se pueden tener diferentes aproximaciones de acuerdo al alcance que se le quiera dar, desde quedarse solo en la predicción, agregar la analítica y la generación de consejos hasta añadir sistemas automatizados, que basados en las acciones recomendadas, las ejecuten incluso llegando a tener integración automática con la planeación de la producción y la gestión de los activos.

Según lo descrito en los párrafos anteriores si resumimos los pasos para lograr llegar a un programa de mantenimiento prescriptivo, se puede pensar tener la siguiente secuencia dentro del plan:

- Planificación.
- Recolección de datos históricos.
- Análisis de causas de fallo (FMECA).
- Instalación de sensores y software.
- Configuración del algoritmo.
- Incorporar acciones de mantenimiento prescriptivo.
- Implementación de mejora continua.
- Gestión del cambio organizacional.

Para lograr llevar a cabo estos pasos, se cuenta con una serie de tecnologías habilitadoras para tal fin:

Tecnologías para adquirir datos. Dentro de estas se encuentran las redes de comunicación industriales como Ethernet/IP, Ethercat, Profinet, Modbus TCP, entre otras, que permiten subir la información de dispositivos de campo a los PLCs, procesar los datos y subirlos a un sistema central.

También se encuentran protocolos como IOLink, que nos permiten adquirir información directa de sensores, incluso los más simples como son los sensores inductivos. Un sensor con IOLink, permite ver si el objeto está en una zona de lectura inestable o si está muy cercano y choca con el sensor, que es una de las causas más frecuentes de recambio de sensores inductivos.

Los fabricantes cada día acercan más el precio de los dispositivos con IOLink a los de la misma gama que no lo poseen. El costo va en los maestros para adquirir

los datos, pero provee ventajas como mejorar la eficiencia, disminuir los tiempos de revisión entre otros.

Para subir los datos a sistemas en la nube, por lo general se pueden usar MQTT, OPC UA, SQL, HTTPs que disponen de seguridad con TLS y permiten acceder a sistemas como Azure o AWS. En situaciones donde el controlador no disponga de estos tipos de protocolos, se puede hacer uso de Gateways como esa interfaz de datos.



Análítica y procesamiento de datos: Para analizar datos, se requiere disponer de plataformas que permitan lanzar la ejecución de algoritmos de machine learning como cleaning, clusterización, regresiones, optimización, árbol de decisiones, sequential rules y otros, ya sea usando python de base o usando plataformas de software enfocadas en mantenimiento prescriptivo que ya traen los modelos de IA entrenados para diferentes dispositivos y permiten entrenar nuevos elementos de una manera más amable.

Empresas donde dispongan ya de los datos, y acceso a plataformas en la nube como Azure o AWS, y tengan científicos de datos pueden desarrollar analítica, dashboards, procesar los datos y realizar las predicciones.

Es importante tener un dashboard como los ofrecidos por Grafana o Power BI, que guíe en la toma de decisiones, mostrando tendencias de operación y alarmas, que permitan realizar análisis de las fallas y correlacionar datos para encontrar patrones de comportamiento. Una visualización clara y comprensible es clave para evitar errores en la toma de decisiones.

Software: Un elemento muy importante en el mantenimiento prescriptivo es el software, que realiza las acciones de análisis de información, crear los modelos, árboles de decisión, predicción, recomendaciones e interacción con el usuario. Otro de los puntos importantes del software es la posibilidad de tener un gemelo digital de la planta o el proceso, donde se puedan correr las pruebas de los modelos y del sistema antes de bajarlo a planta. Aunque el concepto de este tipo de mantenimiento se vea muy ventajoso, cuenta con desafíos como la integración de IT con OT; adquirir los datos de calidad; manejar los costos de la implementación, teniendo en cuenta los beneficios a largo plazo; mantener la seguridad e integridad de los datos; cumplir con las regulaciones; tener personal adecuado para la implementación y muy importante, superar la resistencia al cambio y aceptación de las nuevas tecnologías y procesos dentro de la cultura organizacional.

Conclusión

El mantenimiento prescriptivo es una apuesta grande para el presente y futuro, valiéndose de las nuevas herramientas que la Inteligencia Artificial ofrece. Sin embargo, demanda inversiones para adquisición y procesamiento de datos que con el tiempo, permiten obtener las mejoras económicas y de eficiencia que son tan importantes en un mundo cada día más competitivo. ▲

* **Diana Carolina Silva Ayala.** Ingeniera Mecatrónica de la Universidad Santo Tomás, con 18 años de experiencia profesional; en proceso de certificación en Inteligencia Artificial (IA) con Massachusetts Institute of Technology (MIT). Actualmente Ingeniera de Aplicaciones de Omron Automation para Colombia Centroamérica y el Caribe.

1 <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/capturing-the-true-value-of-industry-four-point-zero>
El presente artículo se elaboró basado en la experiencia del autor y representa únicamente su opinión personal y no la de la empresa que colabora.

Y del *dominio del tiempo* algunos transitan hacia el *dominio de la condición* (monitorizamos la condición de los activos y planificamos intervenciones en función de ésta, cuando detectamos una anomalía o una degradación de la salud), a partir del cual el *dominio del proceso* estará al alcance (definimos la huella de salud de los activos y somos capaces de predecir con anticipación cuándo sucederán los fallos, las potenciales causas de éstos y las soluciones que deberíamos adoptar). Pero esto no será suficiente, y será necesario también *dominar el contexto* en su sentido amplio (valorar y anticipar el impacto de nuestras acciones de mantenimiento en el medio ambiente y en el propio ser humano).

Para el salto del dominio del tiempo al dominio del contexto existe una tecnología dominante: la Inteligencia Artificial.

¿Qué es la Inteligencia Artificial (IA)? Retos, beneficios y costes

La IA no es una idea nueva. Desde hace décadas o incluso siglos ha existido la aspiración de crear máquinas que piensen como humanos, un reto tecnológico e intelectual que ha explotado en los últimos diez años, gracias al aumento de la capacidad de computación de grandes volúmenes de datos residentes en Internet.

La IA, como cualquier tecnología de uso masivo y de carácter transformador, conlleva claros beneficios y también serios riesgos. Replicar elementos del razonamiento humano, es abrir paso a la concesión de capacidades hasta ahora únicas en los humanos, a las máquinas. Pero también es cierto que computar no es pensar.

La inteligencia humana es fruto de una evolución milenaria compleja, de la cual apenas conocemos una mínima fracción. ¿Cómo sin conocer los mecanismos que rigen la inteligencia humana seremos capaces de replicarla? En realidad, la IA será una forma de inteligencia paralela a la humana y con algunos elementos comunes (muchos tal vez), pero nunca iguales.

Que su poder pueda poner en riesgo nuestra propia existencia es algo que está en nuestras manos, depende de nosotros si esta forma de inteligencia es complementaria a la humana o sustitutiva de ésta.

Según la Real Academia Española (RAE), la IA es la “*disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico*”.

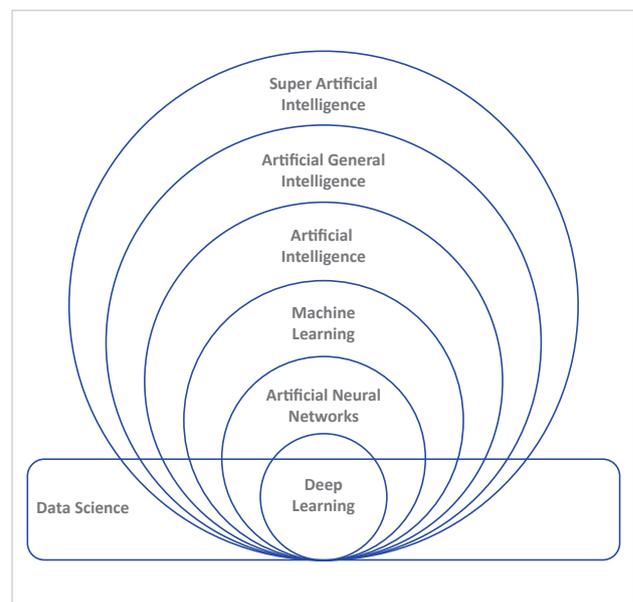


Figura 2. Jerarquía de la Inteligencia Artificial.

Como se observa en la Figura 2, existe una jerarquía dentro de la propia IA. Por un lado, la denominada *Super Inteligencia Artificial* se refiere a IA capaz de sobrepasar la inteligencia humana en todas las áreas, algo que hoy no es posible. En segundo lugar, la *Inteligencia Artificial General o Fuerte* es aquella que está diseñada para realizar cualquier tarea intelectual que una persona puede hacer, de manera que tiene un campo de aplicación superior al de la *Inteligencia Artificial Estrecha o Débil*, la cual solo es capaz de realizar una tarea específica o un número limitado de tareas.

Por debajo de ésta, encontramos el *Machine Learning* (aprendizaje automático), que es una rama de la IA que dota a las máquinas de capacidad de aprendizaje, las *redes neuronales*, que son modelos

de aprendizaje automático inspirados en el comportamiento de las neuronas cerebrales y el *Deep Learning* (aprendizaje profundo), subconjunto del *Machine Learning* que utiliza redes neuronales profundas y construye automáticamente jerarquías de representaciones de datos.

“ La base de todo reside en el conocimiento profundo que tengamos sobre los procesos a analizar, los diferentes contextos en los que se opera y los sesgos que puedan estar embebidos ”

Todas estas formas de IA se sostienen sobre la *Ciencia de Datos o Data Science*, que es el campo de la estadística y la computación consistente en adquirir datos, filtrarlos, preprocesarlos, guardarlos y descubrir patrones con ellos. La materia prima sobre la cual la IA trabaja es el dato, y si éste no es completo ni fiable, los resultados serán negativos y sin utilidad práctica, por potentes que sean los algoritmos que apliquemos.

Por ello resulta de capital importancia entender que la IA no consiste únicamente en tomar datos y aplicar algoritmos (conjunto de instrucciones definidas, ordenadas y finitas que permite solucionar un problema, realizar un cómputo, procesar datos o llevar a cabo otras tareas o actividades). La base de todo reside en el conocimiento profundo que tengamos sobre los procesos a analizar, los diferentes contextos en los que se opera y los sesgos que puedan estar peligrosamente embebidos dentro de nuestros conjuntos de datos (Figura 3) y este conocimiento es el que aportan las personas que han de aplicar la IA.

Actualmente la IA tiene unos retos claros que resolver para ser aplicada de forma masiva y en la industria: 1) Calidad y fiabilidad de los datos que maneja, 2) Escalabilidad de los modelos utilizados. La calidad y fiabilidad de los datos, condiciona el resultado bueno o malo de los modelos de IA, pero incluso aunque los datos fueran excelentes, tendríamos que superar la barrera que supone el dinamismo propio de los contextos en los que operamos. Hoy en día cualquier planta industrial es un organismo vivo en el cual los contextos operacionales son altamente dinámicos.

La construcción de un modelo fiable de IA no es inmediata, requiere de tiempo y habitualmente se realiza sobre un conjunto de datos que da respuesta a un número limitado de contextos, pero no a todos los posibles que en realidad suceden.

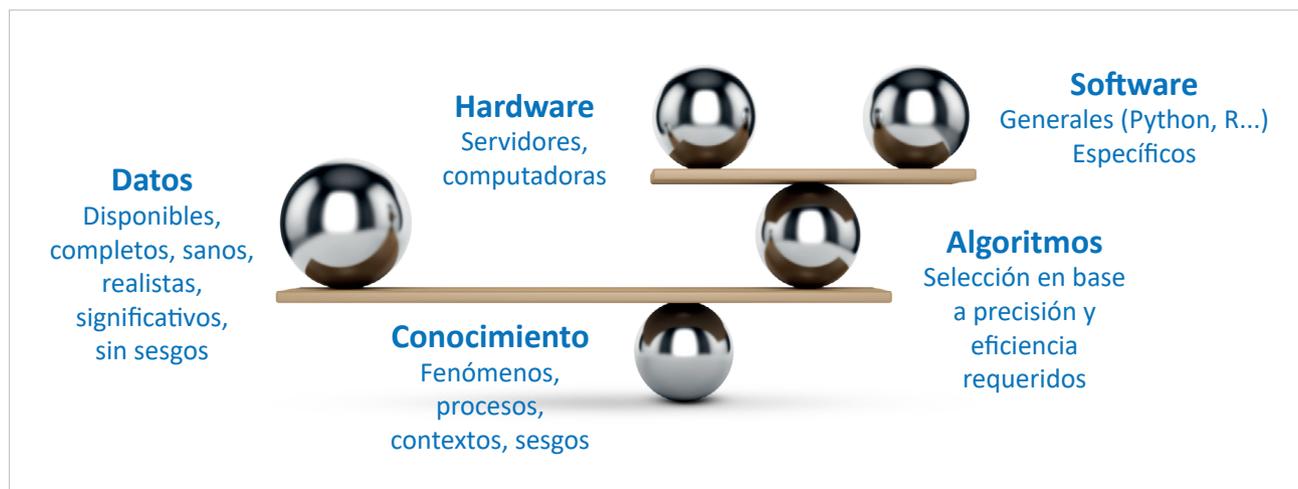


Figura 3. Equilibrio para el éxito en la implantación de IA.

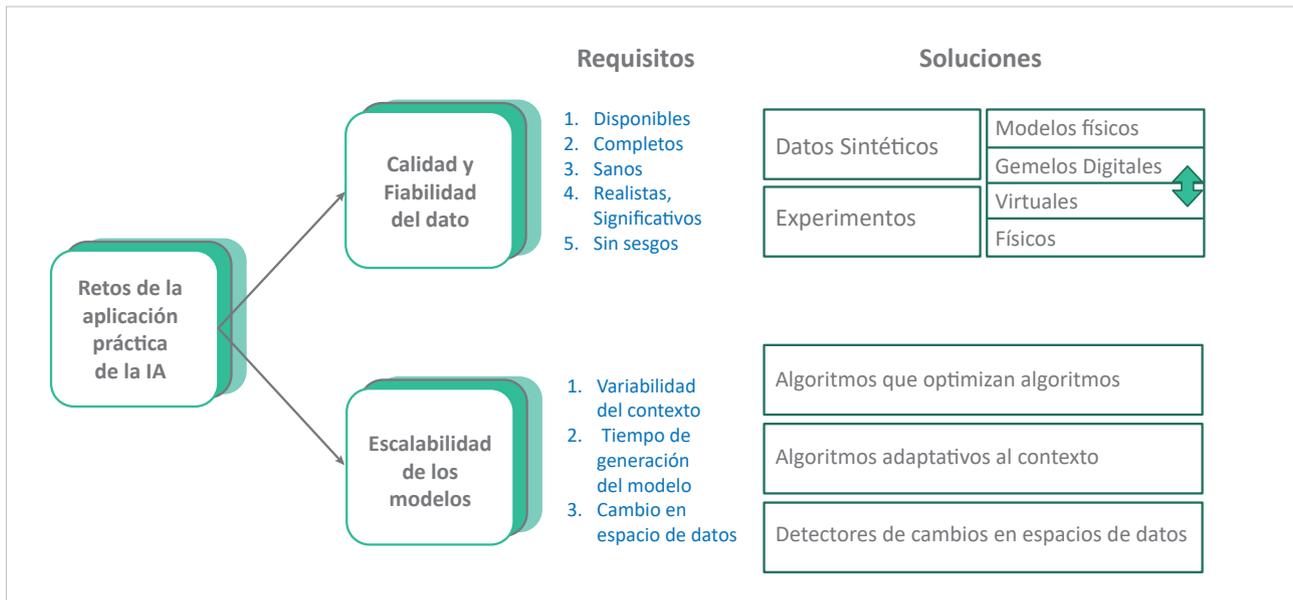


Figura 4. Condiciones para la aplicación general de la IA en la industria.

De manera que, por este motivo, ante cambios de contexto, las respuestas de los modelos de IA no son certeras, simplemente porque no son adaptativos, y esto hace que la IA no sea escalable en muchos entornos. Es necesario, por tanto, resolver el problema de la escalabilidad, más allá de resolver el problema de la calidad y fiabilidad de los datos (ver Figura 4).

Pero más allá de la facilidad de implantación de la IA en nuestras industrias, debemos ser conscientes de sus costes y sus beneficios para tomar las decisiones más acertadas.

Del lado del beneficio, podemos afirmar que la IA permite realizar tareas analíticas, transaccionales y computacionales a gran velocidad; incrementar la productividad, la eficacia y la eficiencia; mejorar la precisión de las tareas repetitivas; minimizar el error humano y ayudar a tomar decisiones con mayor objetividad (con límite en los sesgos que contienen los datos sobre los cuales se construyen los modelos).

En términos prácticos, este incremento de beneficio para la empresa será la suma del incremento del negocio (optimización de producto, mejora del servicio y experiencia de cliente) y de la reducción de los costes

(incremento eficiencia operacional, optimización de la cadena de suministro, reducción consumo energético).

Según Gartner, las organizaciones que han implementado IA crecieron del 4 al 14% en los dos últimos años. Según Accenture, la industria manufacturera puede ganar 3,78 billones de dólares con la IA para 2035. Y Siemens utiliza la IA para anticiparse a los problemas de los equipos, lo que se traduce en una reducción estimada del 30% en el tiempo de inactividad.

Del lado del coste, el esfuerzo por disponer de datos “buenos” no es pequeño, y normalmente es realizado por personas de alta cualificación cuya escasez en el mercado laboral es clara. Por otro lado, la implantación de un proyecto de IA requiere de tiempo, de ayuda de servicios especializados y de una infraestructura tecnológica que además consume energía y está sometida a requisitos de ciberseguridad.

En términos prácticos, los costes de implantación de IA para una empresa son la suma de los costes de mano de obra, equipos, servicios, energía y seguridad. Un proyecto de implantación de IA puede costar desde miles de dólares a cientos de miles de dólares, dependiendo del alcance, de las condiciones de escalabilidad y de la complejidad propia de la aplicación.

Aplicación en mantenimiento

En el ámbito del mantenimiento, la IA tiene múltiples aplicaciones, tal y como se muestra en la Figura 5. En cada eslabón de la cadena de valor de mantenimiento, podremos encontrar una o varias utilidades de la IA, a saber:

En la gestión y operación del mantenimiento programado, la IA contribuye a mejorar la planificación y asignación de los recursos en entornos complejos, a la optimización de las frecuencias de mantenimiento preventivo, a la detección de anomalías por medio de la monitorización de la condición de los activos, al pronóstico y predicción de fallos de manera anticipada y a la prescripción de las soluciones adecuadas para que dichos fallos no sucedan en realidad o tarden más tiempo en ocurrir.

Asimismo, la IA habilitará la automatización de actividades de inspección y mantenimiento, mediante robótica autónoma y flexible (robots cuadrúpedos, humanoides, drones, etc.)

En la gestión y operación del mantenimiento no programado, la IA facilita el diagnóstico del fallo (su clasificación) así como el análisis causal del mismo (diagnóstico), agilizando la resolución de los correctivos

(ejecución). También permitirá construir, a partir de datos no estructurados de las intervenciones, una clasificación y jerarquía de defectos y causas que evitará realizar clasificaciones a priori por parte de los ingenieros de mantenimiento.

En cuanto a la logística asociada al mantenimiento, la IA permite la anticipación de la necesidad de los repuestos (vinculada al pronóstico de fallo o al estado de salud del activo), optimizar los procesos de compra y su sincronización con la cadena de suministro. También permitirá optimizar las rutas de entrega del repuesto al punto de necesidad.

En relación con el registro de la información técnica de los activos y de su ciclo de vida, la construcción de la huella de salud de los mismos, así como la monitorización y predicción de su evolución en distintos contextos operacionales, es una contribución decisiva que la IA hace, en aras de una maximización de la fiabilidad de dichos activos y de ofrecer una proyección más precisa de su vida útil remanente.

También lo es trascender el concepto tradicional de salud de activos, vinculado únicamente a fiabilidad, hacia una visión holística y transversal: la salud no

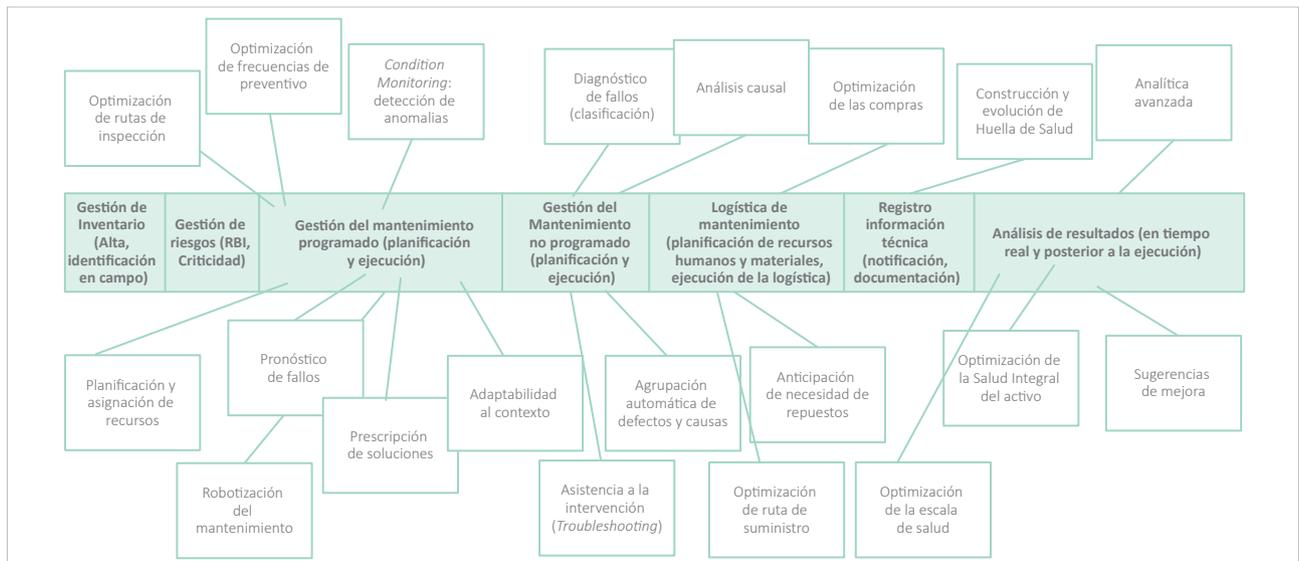


Figura 5. Resumen de aplicaciones de IA en la cadena de valor de mantenimiento.



Figura 6. Salud Integral de activos.

es solamente un estado ligado a la fiabilidad de las máquinas, sino también a la robustez de los procesos que éstas ejecutan (calidad) y a su sostenibilidad (impacto ambiental).

De manera que una máquina es saludable “integralmente” si y solo si opera con el mínimo riesgo de fallo funcional (es decir, es fiable), con el mínimo riesgo de producir defectivo y/o mermas (es decir, es robusta) y con el mínimo impacto ambiental y consumo energético (es decir, es sostenible).

La IA permite combinar de manera óptima estos factores de salud para que nuestros activos operen según un óptimo global y no según un óptimo local, lo cual permite una toma de decisiones multicriterio con alta probabilidad de acierto para el negocio, dado que se pueden establecer correlaciones entre la salud integral de los activos y sus costes de ciclo de vida,

de manera que se pueda determinar la combinación óptima de variables que afectan a la salud y que minimizan dichos costes.

No obstante, y a pesar de identificar un buen número de aplicaciones de la IA en mantenimiento como hemos visto antes, encontrar aplicaciones reales en la industria, escalables y mantenibles, es poco frecuente todavía hoy. ¿El motivo? Como hemos explicado en el apartado 2, la realidad es muy compleja y describirla con datos sanos, buenos y fiables es complejo. Los contextos operacionales influyen decisivamente en los fenómenos de fallo, y explicarlos mediante modelos matemáticos que abarquen un rango amplio de variabilidad de dichos contextos es tarea ardua y frecuentemente inviable económicamente para las empresas. De ahí la necesidad de trabajar sobre la calidad de los datos y sobre la capacidad de adaptación de los algoritmos a los cambios de contexto. ▲▲

* **David López Maganto**, Director de Innovación de Sisteplant, Presidente del Comité de Tecnologías Futuras de la Asociación Española de Mantenimiento (AEM)

Para mitigar posibles riesgos de racionamientos

“Se debe declarar emergencia energética para afrontar ‘El Niño’”: ACIEM



“Frente a los niveles críticos de los embalses y con el fin de evitar riesgos de racionamientos, el Gobierno Nacional debe declarar la emergencia económica, social y ecológica para mitigar los impactos negativos que el fenómeno ‘El Niño’ podría tener en las próximas semanas sobre el Sistema Interconectado Nacional (SIN)”: así lo declaró el Ingeniero Daniel Medina Velandia, Presidente de la Asociación Colombiana de Ingenieros, **ACIEM**, gremio profesional y Cuerpo Técnico Consultivo del Gobierno Nacional.

[VER COMUNICADO COMPLETO](#)

ACIEM EN LOS MEDIOS



Gremio de Ingenieros pide declarar emergencia energética para afrontar ‘El Niño’

[VER MÁS](#)



Se debe declarar emergencia energética para afrontar fenómeno del ‘Niño’: ACIEM

[VER MÁS](#)



Bajar voltaje que llega en casas y la hora de planchar, entre recomendaciones ante eventual riesgo de apagón en el país

[VER MÁS](#)



Medidas para evitar apagón incluye ahorro sostenible y reducir exportación de energía

[VER MÁS](#)



Piden declarar emergencia económica para la afrontar crisis energética

[VER MÁS](#)



ACIEM propone declarar emergencia energética para afrontar ‘El Niño’

[VER MÁS](#)



Fenómeno ‘El Niño’ podría dejar a Colombia a oscuras: 10 medidas para evitarlo

[VER MÁS](#)



Gremios preocupados por nivel de embalses

[VER MÁS](#)



Alerta por caída del promedio de embalses en el país

[VER MÁS](#)



Llamado al Gobierno a tomar medidas ante crisis energética

[VER MÁS](#)



ACIEM pide declarar emergencia energética

[VER MÁS](#)



ACIEM pide declarar emergencia energética

[VER MÁS](#)



Riesgo de apagón: proponen bajar el voltaje que llega a las casas y planchar a otra hora

[VER MÁS](#)



ACIEM propone declarar emergencia energética para afrontar fenómeno ‘El Niño’

[VER MÁS](#)



Ingenieros de Colombia piden que se declare emergencia energética para afrontar el fenómeno ‘El Niño’

[VER MÁS](#)



Ingenieros colombianos piden que se declare emergencia energética para enfrentar el fenómeno ‘El Niño’

[VER MÁS](#)



“Es urgente ahorrar más del 5% de energía para enfrentar 'El Niño'”: ACIEM

“Ante la eventual amenaza de racionamiento de energía, como consecuencia del fenómeno 'El Niño', el país debería ahorrar más del 5%, dado que los embalses ya están en 29,78% y se prevé que seguirán descendiendo de forma crítica en las próximas semanas, si no se presentan grandes precipitaciones en los embalses que los requieren”: así lo declaró el Ingeniero Daniel Enrique Medina, Presidente de la Asociación Colombiana de Ingenieros, ACIEM, gremio profesional y Cuerpo Técnico Consultivo del Gobierno Nacional.

Desde septiembre del año anterior, ACIEM advirtió la urgencia de adoptar un plan de choque para evitar posibles racionamientos de energía. ACIEM explicó que hoy el promedio de la demanda en Colombia es de 225 gigavatios hora día (GWh-día) y sigue creciendo a tasas del 8%...

[VER COMUNICADO COMPLETO](#)

ACIEM EN LOS MEDIOS



Proponen ahorrar más del 5% de energía eléctrica para evitar racionamiento en el país

[VER MÁS](#)



Ahorrar energía paga el doble, la propuesta de campaña de ACIEM en medio de niveles bajos de embalses por fenómeno 'El Niño'

[VER MÁS](#)



Es urgente ahorrar más del 5% de energía para enfrentar 'El Niño': ACIEM

[VER MÁS](#)



Nivel de embalses continúa bajando: volumen útil llega al 29,09%

[VER MÁS](#)



“Es urgente ahorrar más del 5% de energía para enfrentar 'El Niño'”: Asociación de Ingenieros

[VER MÁS](#)



Pedimos al Gobierno no confiarnos en que va a llover: ACIEM sobre alerta de embalses

[VER MÁS](#)



ACIEM propone disminuir voltios en el consumo sin afectar a hogares

[VER MÁS](#)



Urgen campaña para ahorrar energía

[VER MÁS](#)



“Cada colombiano puede ahorrar un 5% de energía”: ACIEM

[VER MÁS](#)



Colombia necesita reducir el 5% de la demanda de energía

[VER MÁS](#)



¿Cómo cambiar los hábitos para ahorrar el consumo de energía?

[VER MÁS](#)



Proponen ahorro de energía del 5% en Colombia: esto dice el MinEnergía

[VER MÁS](#)



¿La del sector eléctrico es una crisis inducida por el Gobierno? Expertos destapan sus cartas

[VER MÁS](#)



“Es urgente ahorrar más del 5% de energía para enfrentar 'El Niño'”: ACIEM

[VER MÁS](#)



ACIEM propone plan para ahorrar energía

[VER MÁS](#)



“Es urgente ahorrar más del 5% de energía para enfrentar 'El Niño'”: ACIEM

[VER MÁS](#)



Es urgente ahorrar más del 5% de energía para enfrentar 'El Niño': ACIEM

[VER MÁS](#)



ACIEM aconseja ahorro diario de más del 5% de energía para evitar racionamiento

[VER MÁS](#)



Gremio de Ingenieros pide ahorrar más del 5% de energía para hacerle frente a 'El Niño'

[VER MÁS](#)



XXVI Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos



Del 24 al 26 de abril se realizó el XXVI Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos, organizando por ACIEM en el Centro de Convenciones Ágora Bogotá. De Izq. a Der.: Dra. Luz Marina Oviedo, Directora Ejecutiva ACIEM; Ing. Pedro Rosales Navarro, Presidente XXVI Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos; Fernando de Almeida, Presidente de la Orden de Ingenieros de Portugal; Ing. Daniel Medina Velandia, Presidente ACIEM; Ing. Camilo Rivera Pérez, Director de Productividad y Competitividad del Ministerio de Comercio, Industria y Comercio y Juan Carlos Villegas, Director Comisión de Mantenimiento y Gestión de Activos de ACIEM.

Comunidades energéticas



En el mes de mayo, la Presidencia de ACIEM; el Comité organizador de Enercol 2024 y la Comisión de Energía de la Asociación, se reunieron con la Dra. María Victoria Ramírez Martínez, Directora de Energía del Ministerio de Minas y Energía quien socializó la definición de política pública y comunidades energéticas del país, que adelanta la entidad y se consolida como la gran apuesta del Gobierno Nacional para democratizar la energía; cerrar brecha energética y construir la Transición energética.

Ex Presidentes ACIEM



En el mes de mayo, los ex Presidentes de ACIEM se reunieron en la sede de la Asociación donde les fue expuesto el nuevo Estatuto y sus principales cambios. En esta reunión también se analizó la transformación gremial y la proyección institucional para las próximas décadas. Aparecen de izq. a der. los ex Presidentes: Julián Cardona Castro; Antonio García Rozo; Ismael E. Arenas A.; Luz Marina Oviedo, Directora Ejecutiva ACIEM; Daniel Enrique Medina, Presidente ACIEM (actual); Daniel Flórez Pérez; Diego Otero Prada y Carlos Montenegro Zapata.

ACIEM en el Senado de la República



En el mes de junio el Ing. Daniel Enrique Medina, Presidente de ACIEM, participó en el Senado de la República en el simposio: Desafíos sociales presente - futuro, en materia de energía y gas natural en Colombia, el cual contó con la participación de representantes del Gobierno nacional, gremios del sector y universidades para debatir las medidas que se deben adoptar frente a las altas tarifas de energía en el país.

DECLARACIONES ACIEM

DIVERSIDAD E INCLUSIÓN

ACIEM comprometida con la diversidad y la inclusión en todos los aspectos de la Asociación y en el ejercicio de la Ingeniería.

ACIEM reconoce que la diversidad es esencial para fomentar la creatividad y la innovación de la Ingeniería, hacia la construcción de una mejor sociedad.

ACIEM se compromete a promover la inclusión, a través del apoyo a programas y actividades que fomenten la participación equitativa de las personas, independiente de su edad, género, raza, etnia, religión, orientación sexual, condición física u otras características personales.



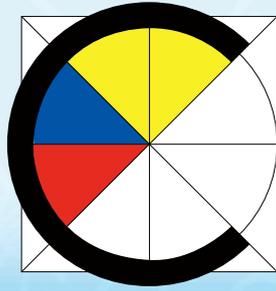
TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Centrado en los beneficios a nuestros afiliados, **ACIEM** promueve nuevos liderazgos y visiones que, con metodologías ágiles, generan nuevos servicios digitales.

ACIEM toma decisiones basado en datos e información, promoviendo la adquisición de nuevas habilidades digitales para los Ingenieros e Ingenieras.

ACIEM trabaja en una cultura de comunicación y colaboración fortaleciendo equipos transversales, utilizando plataformas colaborativas, para integrar a nuestros Ingenieros a nivel nacional e internacional.





Consejo Profesional
Nacional de Ingenierías
Eléctrica, Mecánica
y Profesiones Afines

La Matrícula Profesional:

Requisito para ejercer la Ingeniería

Ley 51 de 1986



Calle 70 No. 9 - 10 Tel: (601) 355 88 88

www.consejoprofesional.org.co • info@consejoprofesional.org.co