

La cultura del dato: desde el piso de planta hasta la estrategia organizacional

Luis Antonio Vargas Muñoz
Ingeniero de sistemas
ECOPETROL – Refinería de Barrancabermeja
luis.vargas@ecopetrol.com.co
Barrancabermeja – Santander

Aileen Diane Pusey Mitchell
Ingeniera electrónica, MSc. Ingeniería industrial
adiane0720@gmail.com
Barrancabermeja – Santander

RESUMEN: En las organizaciones modernas, las decisiones informadas; es decir, basadas en datos, marcan una gran diferencia entre el éxito y el fracaso; por tanto, los datos han dejado de ser un producto derivado de la operación, para convertirse en un activo estratégico. La consolidación de una *cultura del dato* transforma los procesos de mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos, permitiendo decisiones basadas en evidencia que incrementan la seguridad, la disponibilidad y la continuidad y rentabilidad del negocio. La integración de múltiples fuentes técnicas de información, genera una visión integral del ciclo de vida de los activos; por tanto, la gobernanza del dato permite a la alta dirección tomar decisiones y la alineación organizacional. Finalmente, la calidad y análisis sistemático de los datos permite diseñar estrategias que garanticen la confiabilidad y disponibilidad de activos críticos a lo largo de su vida útil. Mediante un ejemplo práctico, se muestra cómo el registro, colección y análisis de los datos, facilita el proceso de toma de decisiones.

Introducción

La cultura del dato es un enfoque organizacional en el que las decisiones se toman basadas en información objetiva, relevante y el análisis de datos, en lugar de intuiciones, suposiciones o “*pareceres*”. Se trata de un cambio de paradigma que promueve el uso intensivo de datos en todos los niveles de la compañía, fomentando la transparencia, la responsabilidad y la toma de decisiones informadas.

En las organizaciones modernas, la presión por incrementar la competitividad, garantizar la continuidad operativa y optimizar el uso de los

recursos, ha llevado a replantear profundamente la manera en que se toman decisiones técnicas y estratégicas.

Históricamente, muchas decisiones relacionadas con mantenimiento y gestión de activos se han basado en la experiencia individual, la intuición o la reacción ante las fallas. Este enfoque reactivo, aunque funcional en entornos de baja complejidad, resulta insuficiente frente a sistemas industriales altamente interconectados, automatizados y con altos requerimientos de disponibilidad y seguridad. Por tanto, los datos dejan de concebirse como un subproducto operativo y pasan a reconocerse como un activo estratégico de la organización.

En este contexto, la consolidación de una cultura del dato se presenta como un factor diferenciador que permite transformar la gestión de mantenimiento, confiabilidad y activos, habilitando decisiones basadas en evidencia objetiva y trazable. Sin embargo, muchas organizaciones enfrentan una situación caracterizada por:

- Fragmentación de la información técnica entre múltiples sistemas (DCS, SCADA, IIoT, CMMS, EAM, etc.).
- Baja calidad, falta de completitud o inconsistencia de los datos históricos.
- Falta de alineación entre la información del piso de planta y la toma de decisiones estratégicas.
- Uso limitado de indicadores de confiabilidad como herramientas de planeación.

Esta situación limita la capacidad de anticipar fallas, optimizar el ciclo de vida de los activos y maximizar el retorno de la inversión. Por tanto, existe una oportunidad clara de integrar datos, procesos y personas mediante una cultura del dato madura que soporte la gestión de activos de forma estratégica y sostenible.

La Cultura del dato en la gestión de activos industriales

Es claro entonces que, para apropiarse las técnicas orientadas al mantenimiento, confiabilidad y gestión de activos, se requiere de *datos* y estos deben cumplir con las características de calidad necesarias para que sean útiles en el proceso de tomar decisiones informadas sobre la salud no solo de los equipos, sino en general del sistema de gestión de activos y de la organización, como consecuencia. Entonces, las compañías, deben prepararse adecuadamente y hacer énfasis en la *cultura del dato*, para optimizar los procesos técnicos pero también, para redefinir la manera en que la organización se desempeña, aprende, decide, madura y evoluciona. Es así como, la adopción de tecnologías digitales en la industria, lo que hoy día, se ha llamado

industria 4.0 o transformación digital industrial, ha desplazado progresivamente el valor hacia el dato y las capacidades analíticas.

Concepto de la cultura del dato. La cultura del dato se define como el conjunto de valores, comportamientos, prácticas y estructuras que promueven el uso sistemático, ético y efectivo de los datos en la toma de decisiones. Incluye competencias (alfabetización de datos), marcos de gobernanza, procesos de gestión de la calidad, infraestructura tecnológica y métricas de valor. En la industria, esta cultura debe además integrar requisitos de seguridad funcional, disponibilidad 24/7 y cumplimiento regulatorio, lo cual, la diferencia de aplicaciones puramente comerciales [1] [2].

La cultura del dato no es únicamente disponer de sensores o plataformas de gestión; es la combinación de procesos, tecnologías, normas y comportamientos organizacionales que permiten transformar datos en decisiones confiables y acciones de valor. Avanzar “desde el piso de planta hasta la estrategia organizacional” implica construir un ecosistema en el que el dato fluya con integridad, relevancia y propósito [1] [3].

Una cultura de datos sólida incorpora:

- Confianza en la integridad y el significado del dato.
- Procesos claros para su captura, almacenamiento y etiquetado.
- Responsabilidades definidas (propietarios, custodios, usuarios analíticos).
- Métricas que conecten datos con indicadores de negocio (KPIs operativos y financieros).

El dato como activo estratégico. Tratar el dato como activo implica valorarlo, contabilizar su calidad, protegerlo y gestionarlo durante todo su ciclo de vida. Las organizaciones líderes han demostrado que el dato, cuando está gobernado y accesible, se traduce en mejoras en eficiencia operacional, reducción de tiempos de inactividad, optimización de inventarios y

nuevas líneas de negocio basadas en servicios de datos [1] [4].

Contexto de la gestión de activos. En el ámbito industrial, el dato operacional (instrumentos de medida, alarmas, registros de mantenimiento) constituye la base para aplicaciones y con soluciones en *automatización*; así como, con la implementación de *herramientas de optimización y para la eliminación de cuellos de botella*, que incorporación la *analítica de datos*, facilitando los procesos de toma de decisiones, con información más precisa y, prácticamente en tiempo real. Pero, igual que con el uso de la tecnología, los datos son un medio, más no un fin.

Con los datos, se puede respaldar los objetivos de gestión de activos y va más allá de recolectarlos. Con esto y en hora buena, en julio de 2024, se publica la ISO 55013 (Gestión de activos: orientación sobre la gestión de activos de datos), donde claramente se esboza la importancia de los datos como un facilitador de la gestión de activos y por ende, de la ingeniería de confiabilidad, la idea es tener *datos completos, oportunos y confiables* para la toma de decisiones; porque estas son finalmente, las que generan valor en las organizaciones; entonces, los análisis que se hagan y las decisiones que se tomen con base en los datos, es lo que realmente le permitirá a una organización, *marcar la diferencia*.

Los datos en el contexto de la gestión de activos tienen sus propias características, como se detalla a continuación¹ (esta información ha sido transcrita de la norma):

a) Los datos de los activos siguen una secuencia de etapas del ciclo de vida; se pueden utilizar muchas veces, aunque la utilidad de los datos puede cambiar a medida que avanzan en

su ciclo de vida; b) Los datos pueden ser robados si no se protegen adecuadamente; dicho robo puede crear impactos negativos sostenidos; c) Los datos son fáciles de copiar, transportar e incluso corromper, pero pueden ser difíciles o imposibles de reproducir si se pierden, destruyen o corrompen; d) Los datos se pueden utilizar para múltiples propósitos: los mismos datos pueden incluso ser utilizados por varias personas al mismo tiempo; de manera similar, muchas personas y procesos pueden agregar o actualizar datos simultáneamente; e) los datos pueden generar un nuevo valor cuando se combinan con otros activos; f) muchos usos de los datos a menudo conducen a más datos para obtener un resultado; la mayoría de las organizaciones administran volúmenes crecientes de datos y las relaciones entre conjuntos de datos; g) los datos y la información son esenciales para realizar negocios dentro de una organización y/o entre dos funciones o divisiones (áreas funcionales) [6].

Datos, confiabilidad y mantenimiento.

Ciertamente, uno de los mayores desafíos, que enfrentan las organizaciones al implementar algunas soluciones tecnológicas, se centra en los *sistemas de información*, en los cuales se identifican varios aspectos que vale la pena resaltar y se pueden resumir en los siguientes:

- Errores humanos: personal que no ingresa la información completa o con el detalle requerido.
- Resistencia al cambio: falta de cultura organizacional para utilizar el CMMS ERP/EAM de manera adecuada.
- Sistemas mal configurados: campos innecesarios, listas de selección extensas o estructuras complejas que desmotivan el uso del sistema.
- Falta de integración con sensores IoT: aún hay empresas que dependen en buena medida, de

¹ ISO 55013: 2024 Asset management — Guidance on the management of data assets

registros manuales, en lugar de monitoreo automático.

- Problemas de conectividad, para aquellos procesos que cuentan con áreas operativas distribuidos geográficamente y no cuenta con acceso a internet o de datos en tiempo real; ejemplo: industrias minera y de petróleo.

Aun así, algunas organizaciones logran implementar soluciones tecnológicas sin propiciar una cultura del dato, a través de estrategias, tales como:

- *Enfoque en automatización y eficiencia operativa.* Muchas empresas implementan tecnologías disruptivas (como IA, blockchain o IIoT) con el objetivo de mejorar la eficiencia sin necesariamente enfocarse en los datos. Se centran en la automatización de procesos para reducir costos y tiempos, aunque sin aprovechar completamente el potencial analítico.

- *Adopción impulsada por proveedores y consultores.* Sin una cultura del dato, las empresas suelen depender de proveedores externos o firmas consultoras para implementar nuevas tecnologías. Estos actores proporcionan soluciones *llave en mano*, pero sin un cambio organizacional profundo, lo que limita el impacto a mediano y largo plazo.

- *Casos de uso específicos y aislados.* Las tecnologías disruptivas pueden implementarse en áreas concretas sin una estrategia de datos unificada.

- *Decisiones basadas en liderazgo o intuición y no en datos.* Cuando falta la cultura del dato, la implementación de tecnología depende más de la visión y experiencia de los líderes que del análisis de datos. Esto puede generar inversiones en herramientas innovadoras sin una estrategia de adopción clara.

- *Transformación tecnológica sin transformación cultural.* Algunas organizaciones implementan tecnologías avanzadas sin transformar su cultura. Esto lleva a subutilizar herramientas y datos, o incluso a su rechazo por parte de algunos de sus colaboradores.

Gestión de los datos. La gestión de datos es un componente esencial en la aplicación de las técnicas de la ingeniería de confiabilidad. Para extraer todo el valor de los datos, es necesario tratarlos mediante procesos de analítica que ayuden a sacar conclusiones, convirtiendo los *datos* en *información*, esta información en *conocimiento* y finalmente, el conocimiento, se transforma en *decisiones*. Esto es lo que se conoce como el modelo DIKW o la pirámide DIKW, véase la Figura 1; este es un concepto, que permite que las organizaciones realmente aprendan e implementen modelos basados en su propia experiencia y que les sea de utilidad.

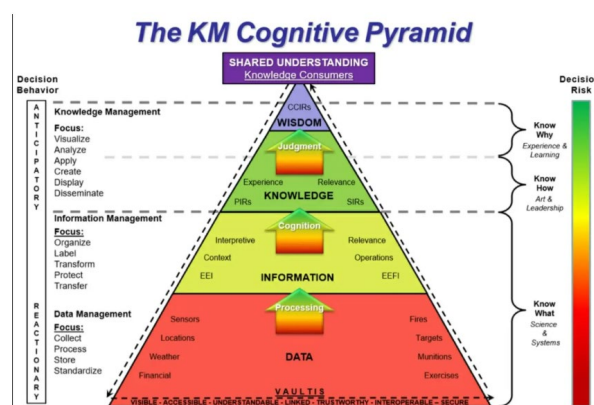


Fig 1. Pirámide de DIKW. Tomado de <https://keepcoding.io/blog/que-es-y-como-functiona-dikw/>

En este modelo, los *datos* constituyen la base, ya que representan los elementos sin procesar. A medida que se sube de nivel, los datos se convierten en *información* a través de la contextualización adecuada; posteriormente en *conocimiento*, cuando se identifican patrones útiles para la organización y finalmente en *sabiduría* (*decisiones informadas*) cuando se toman decisiones *inteligentes y estratégicas* basadas en el conocimiento adquirido.

Calidad del dato. Un dato de calidad es aquel que es preciso, relevante y accesible para la toma de decisiones estratégicas. Para que los datos sean considerados de alta calidad, deben cumplir ciertos criterios, tales como: precisión,

exactitud, completitud, consistencia; además, deben ser sin sesgos, actualizados, y accesibles. Ahora, es importante revisar rápidamente, algunos pasos requeridos para garantizar la calidad del dato.

1. Recolección de datos
2. Almacenamiento
3. Limpieza y preprocesamiento
4. Análisis e interpretación
5. Visualización y contar la historia (*storytelling*)
6. Gestión de la seguridad
7. Actualización y mantenimiento

Cultura del dato, madurez organizacional y transformación digital. Son tres conceptos que están íntimamente relacionados y puede entenderse como un *triángulo evolutivo*; esto es, una organización avanza, en la medida que las tres dimensiones evolucionan.

La cultura del dato forma la conciencia, la madurez organizacional forma el carácter y la transformación digital provee los medios. Sin conciencia, carácter y medios alineados, no hay transformación real.

Caso estudio basado en datos: Análisis de confiabilidad para el DCS (Distributed Control System) de la planta de Parafinas y Fenol – Gerencia Refinería de Barrancabermeja

En el siguiente caso de estudio se muestra el proceso de toma de decisiones que se lleva a cabo a partir del análisis de datos de los registros sistemáticos de fallas ocurridas en un Sistema de Control Distribuido - DCS, lo cual permitió transformar datos dispersos en conocimiento accionable y que con una gobernanza mínima de la información se habilitaron decisiones técnicas orientadas a mejorar la confiabilidad, disponibilidad y continuidad operativa de este activo crítico en la refinería de Barrancabermeja. Tres conceptos

o técnicas de análisis, serán de interés en este discernimiento: curva de la bañera, vida útil remanente y el modelo de Crow AMSAA.

La “curva de la bañera”, representa típicamente el comportamiento que tienen los equipos y componentes. En ella, se representan tres zonas que identifican el comportamiento de la tasa de falla de un equipo, como se muestra en la Figura 2.

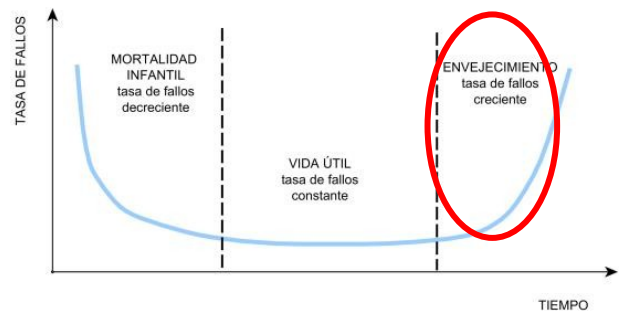


Fig 2. Representación de la curva de la bañera. Tomado y adaptado de:

<https://mantenimientoindustrialweb.wordpress.com/2016/06/14/curva-de-la-banera/>

- *Período de mortalidad infantil*, caracterizada por tener tasa de falla decreciente.
- *Período de vida útil*, caracterizada por tasa de falla constante.
- *Período de envejecimiento o desgaste*, caracterizada por una tasa de falla creciente.

De acuerdo con lo anterior, es posible identificar la etapa en la cual se encuentra el DCS de la planta de Parafinas y Fenol, teniendo en cuenta, el registro de fallas, disponible en los sistemas de información: CMMS – Ellipse, ERP-SAP PM, RIS (Sistema de Información de Refinería), entre los años 1998 y 2024; con ello, se construyó un set de datos de 800 registros (los cuales se consideraron pocos, para la ventana de tiempo: 27 años) y 65 variables (fue necesario unificar nombres).

Análisis en la curva de la bañera. En la Figura 3, se muestra la tendencia de las fallas que se han registrado para el DCS desde 1998 hasta 2024.

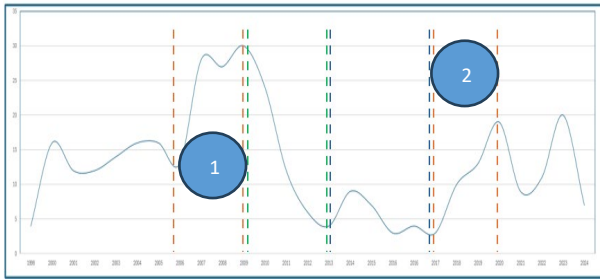


Fig 3. Tendencia de fallas periodo de 1998 a 2024 DCS Parafinas y Fenol. Fuente: basada datos encontrados en los sistemas de información

El gráfico muestra dos momentos en los cuales el número de fallas en el sistema, ha ido en aumento. El primer momento, es en el período entre finales del año 2005 hasta 2009. En el año 2010, el sistema fue actualizado en su totalidad, en ocasión de la implementación del proyecto COC (Control Operacional Consolidado). Del año 2010 hasta el 2013, tiene una tasa de falla decreciente; a partir del 2013 y hasta el 2017, el sistema entra en un período de estabilización, lo cual se presume como el período de vida útil con tasa de falla más o menos constante. El segundo momento, es entre los años 2017 y 2020, lo cual evidencia que el sistema ha entrado nuevamente, en una etapa de envejecimiento con incremento de la tasa de falla.

Igualmente, se presenta en la Figura 4, una línea de tiempo de las actualizaciones que ha tenido el DCS de Parafinas y Fenol.

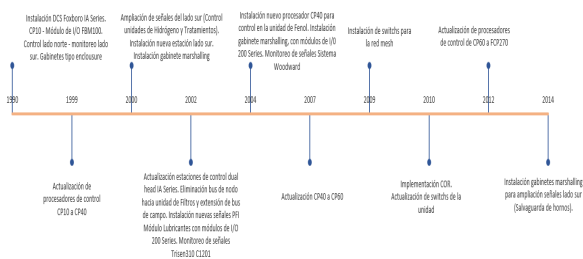


Fig 4. Línea de tiempo de las actualizaciones en el DCS Parafinas y Fenol

Los valores de referencia indican que, para un sistema SCADA o DCS, la **confiabilidad** debe ser aproximadamente de 99,9996%, mientras que la **disponibilidad** debe ser de aproximadamente 99,999% [7].

Con base en los fallos registrados, es posible realizar el cálculo de la tasa de falla y como consecuencia de la confiabilidad del sistema en este tiempo, como se muestra en la Figura 5. Para ello, es utilizada la Ecuación 1, que es la ecuación característica para equipos electrónicos.

$$C(t) = e^{-\lambda(t)} \quad (1)$$

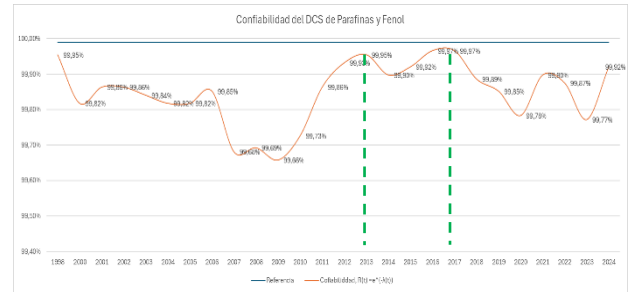


Fig 5. Tendencia de la confiabilidad del DCS de Parafinas y Fenol

Es de anotar que la tendencia en los tres gráficos es consistente; es decir, la confiabilidad más alta se alcanza en el período de estabilización del sistemas, esto es, entre 2013 y 2017 (ver Figura 3), sin llegar a los valores de referencia.

Cálculo de la vida remanente. De acuerdo con los registros, el DCS de la planta de Parafinas y Fenol, fue instalado en el año 1990; con lo anterior, es posible calcular la vida útil remanente, la cual está definida por la Ecuación 2.

$$V_r = V_d - T_n \quad (2)$$

Donde:

V_r: vida remanente

V_d: vida óptima (o vida útil del activo nuevo)

T_n: tiempo de operación del activo/equipo actual

Los siguientes son los posibles escenarios, para el resultado del cálculo:

$V_r < 0$, el activo/equipo se encuentra con la vida remanente agotada o vencida y debe ser reemplazado de inmediato.

$V_r > 0$, la vida remanente o el reemplazo se ubica a n años,

$V_r \gg 0$, la vida remanente del activo/equipo, se ubica en el infinito, la recomendación es conservarlo hasta que se encuentre una alternativa mejor.

Para el DCS de la planta de Parafinas y Fenol, el cálculo se realiza con los siguientes parámetros:

$V_d = 25$ años (valor de referencia del documento interno RFN-G-5863)

$T_n = 34$ años

$V_r = -9$ años

$V_r < 0$, el activo/equipo se encuentra con la vida remanente agotada o vencida y debe ser reemplazado de inmediato.

Modelo Crow-AMSAA (Army Materiel Systems Analysis Activity). Igualmente, se validó el ejercicio utilizando el modelo Crow-AMSAA, el cual es muy útil ya que tiene la posibilidad de manejar y utilizar datos desviados, datos faltantes y mezcla de modos de falla.

A partir del mismo set de datos, se comparan dos escenarios: *continuar operando el DCS actual* y *su reemplazo o migración tecnológica*. Adicionalmente, se simula el comportamiento esperado del parámetro beta (β) posterior a la migración. Los resultados soportan técnicamente una decisión CAPEX alineada con los principios de ISO 55000.

El modelo Crow-AMSAA se define como se muestra en la Ecuación 3.

$$N(t) = \lambda t^\beta$$

(3)

Donde:

$N(t)$: número acumulado de fallas hasta el tiempo t

λ : parámetro de escala (representa el nivel de fallas inicial)

β : parámetro de forma (indica la tendencia del sistema); es decir, el crecimiento o degradación de la confiabilidad. Valores de:

$\beta < 1$ representan mejora

$\beta \approx 1$ fallas aleatorias

$\beta > 1$ degradación del sistema.

A la fórmula mostrada en la Ecuación 3, se le aplica el logaritmo natural, transformándose en:

$$\ln N(t) = \ln \lambda + \beta \ln t$$

(4)

La cual tiene la forma de $y = a + bx$; con β como **pendiente** y $\ln(\lambda)$ como **intersección**. Por tanto, fácilmente se puede hacer un ajuste lineal, mediante la aplicación del concepto matemático de *mínimos cuadrados* y realizando una regresión lineal para estimar los parámetros β y λ .

- Escenario A: Continuar Operación. El análisis del periodo 2017–2024 muestra un parámetro β estimado entre 1.30 y 1.55, lo que indica una degradación acelerada del sistema. Bajo este escenario se espera un incremento progresivo de fallas, mayores costos OPEX y aumento del riesgo operativo. Referirse a la Figura 1.

- Escenario B: Reemplazo del DCS. El reemplazo del DCS reinicia el proceso de fallas. Experiencias previas y referencias industriales indican una fase inicial de crecimiento de confiabilidad posterior a la migración.

Convergencia de los modelos de análisis. El análisis determinístico de vida útil indica que el sistema DCS ha superado su vida útil de diseño, evidenciando una condición de envejecimiento tecnológico y físico. De forma independiente, el modelo estadístico Crow-AMSAA muestra

un parámetro β mayor que la unidad, lo que confirma la degradación progresiva con incremento en la tasa de fallas a lo largo del tiempo. La coincidencia de ambos enfoques, uno basado en criterios de diseño y el otro en el comportamiento real de fallas, refuerza la conclusión de que el sistema se encuentra en una fase avanzada de deterioro, donde las acciones correctivas aisladas ya no revierten la tendencia global de confiabilidad.

Implicaciones técnicas. Los resultados del modelo determinístico indican que los componentes críticos del DCS operan más allá de su vida útil nominal, lo cual incrementa la probabilidad de fallas asociadas a envejecimiento, obsolescencia y limitaciones de soporte del fabricante. Por su parte, el modelo Crow-AMSAA evidencia un valor de β superior a 1, lo que caracteriza un comportamiento de fallas no aleatorio y en crecimiento. Esto implica que el sistema ya no se encuentra en una fase de fallas infantiles ni en un régimen estable, sino en una etapa de degradación acelerada.

En conjunto, estos resultados sugieren que las estrategias tradicionales de mantenimiento correctivo o preventivo tienen un impacto marginal sobre la confiabilidad global del sistema, y que la capacidad de recuperación ante fallas disminuye progresivamente.

Implicaciones estratégicas. Desde una perspectiva estratégica, la convergencia de ambos modelos indica que la continuidad operativa del DCS depende cada vez más de la gestión del riesgo y menos de la eficiencia del mantenimiento.

Riesgo de no actuar. Mantener el sistema DCS en su condición actual implica operar en un escenario donde la probabilidad de fallas continúa aumentando, mientras que la capacidad de mitigación disminuye debido a la obsolescencia tecnológica y la reducción del soporte especializado.

Conclusiones

La decisión de migrar o reemplazar el DCS deja de ser una iniciativa tecnológica y se convierte en una decisión de gestión de activos y de riesgo corporativo. Este análisis, soportó la decisión del proyecto de reposición del DCS de la planta de Parafinas y Fenol, que hoy día se adelanta en la refinería de Barrancabermeja.

La aplicación conjunta del modelo determinístico de vida útil y del modelo estadístico Crow-AMSAA, soportada por datos históricos confiables, permite transformar información técnica en decisiones estratégicas alineadas con los principios de gestión de activos y el marco de la gestión de riesgos, en el caso estudio, para este caso, sobre el DCS.

La cultura del dato no se limita a la existencia de sistemas de información, *dashboard* o analítica avanzada. Su esencia radica en **cómo la organización piensa, confía y actúa a partir de los datos.**

Luis Antonio Vargas Muñoz. Ingeniero de sistema con más de 25 años de experiencia laboral; actualmente se desempeña como ingeniero de confiabilidad, realizando actividades transversales para la Gerencia Refinería de Barrancabermeja. En sus inicios estuvo vinculado al área de mantenimiento, como ejecutor técnico instrumentista y gracias a su formación ingenieril ascendió a ingeniero de mantenimiento y posteriormente a ingeniero de confiabilidad. Es instructor técnico en el SENA – seccional Barrancabermeja y formador del personal de mantenimiento en la Refinería de Barrancabermeja.

Aileen Diane Pusey Mitchell. Ingeniera electrónica - *IAM certificate*; con especialización en evaluación y gerencia de proyectos y maestría en ingeniería industrial. Tiene formación como evaluadora de competencias, auditora de sistemas integrados

de gestión y gestión de activos; y estudios en *ciencia de datos*. Actualmente, adelanta un doctorado en *ingeniería informática*. Con más de 25 años de ejercicio profesional, aplicado en diferentes cargos e industrias, tales como: la de dispositivos electrónicos, plásticos, bebidas y petróleo y gas. Es formadora de formadores, docente universitario, asesora y consultora independiente. Autora y coautora de varios documentos técnicos, desarrollados en el segmento refinación de la industria de petróleo y gas. Autora del libro Ingeniería de Confiabilidad: desde el piso de planta hasta la estrategia organizacional.

Bibliografía

- [1] A. Díaz - McKinsey & Company, «Why data culture matters,» 2018.
- [2] Deloitte, «Digital transformation of industries: Industrial Internet of Things (IIoT),» 2019.
- [3] McKinsey & Company, «Industry 4.0: Capturing the true value of digital transformation,» 2022.
- [4] Siemens, «Case study: Navigating the people implications of digital transformation World Economic Forum Good Work Alliance,» 2022.
- [5] D. K. S. e. al., Data driven predictive maintenance applications for industrial systems, India: Computers & Industrial Engineering, 2022.
- [6] International Organization for Standardization - ISO, ISO 55013. Asset management — Guidance on the management of data assets, 2024.
- [7] OREDA, Offshore and Onshore Reliability Data. Volume 1 - Topside Equipment, DNV GL, 2015.

Nombre: Luis Antonio Vargas Muñoz
Teléfono:
a. Celular: 3213733045
Dirección:

- a. Residencia: Cl 59 No. 19 - 35 B. Galán Gómez
- E-mail: luis.vargas@ecopetrol.com.co
- b. Ciudad: Barrancabermeja
- c. País: Colombia

Nombre: Aileen Diane Pusey Mitchell
Teléfono:

- b. Celular: 3112786879

Dirección:

- d. Residencia: Cra. 27 No. 55A – 49 B. Galán Gómez
- e. E-mail: adiane0720@gmail.com
- f. Ciudad: Barrancabermeja
- g. País: Colombia