

# Inteligencia Artificial aplicada a mantenimiento

POR: DAVID LÓPEZ MAGANTO\*

**D**ecimos estar en la quinta revolución industrial, que ha sobrevenido en paralelo (con un ligero decalaje) a la cuarta. Cuando la industria 4.0 ya parece pasado (y ni siquiera ha sido presente en muchos sectores de la economía), la incorporación de los conceptos de *sostenibilidad*, *resiliencia* y *human-centric* (foco en el humano) ha dado paso a la Industria 5.0.



¿Cómo ha de evolucionar la función de mantenimiento en este contexto? La transición desde estrategias basadas en el puro correctivo hacia otras de carácter preventivo y predictivo convencional, han sido un hecho durante las últimas dos décadas. La tecnología permite evolucionar a enfoques más avanzados de monitorización continua de la condición del activo, anticipación al fallo, sus causas y la prescripción de soluciones.

Como se muestra en la Figura 1, todo es cuestión de dominio. Del *dominio de la avería* (nuestro mantenimiento es predominantemente correctivo y reactivo, somos muy rápidos reparando), hemos pasado al *dominio del tiempo* (predomina el preventivo, frecuentemente sobredimensionado, y somos rigurosos en el cumplimiento de sus plazos, pero las revisiones se hacen con independencia de la condición real de los activos).

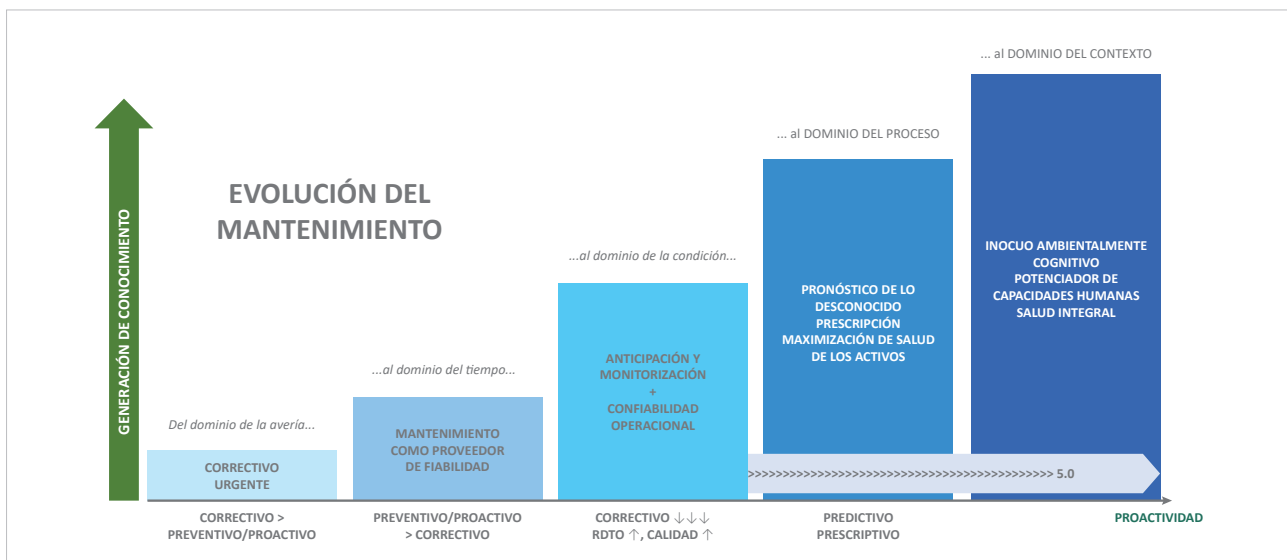


Figura 1. Evolución del mantenimiento.

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*”.

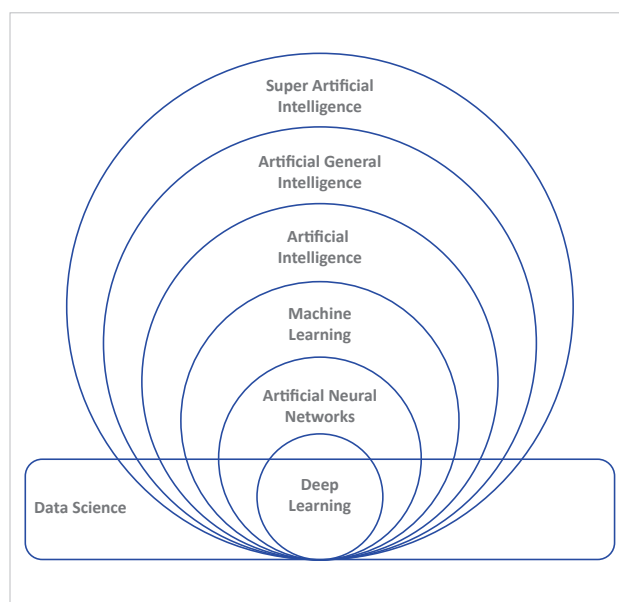


Figura 2. Jerarquía de la Inteligencia Artificial.

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.

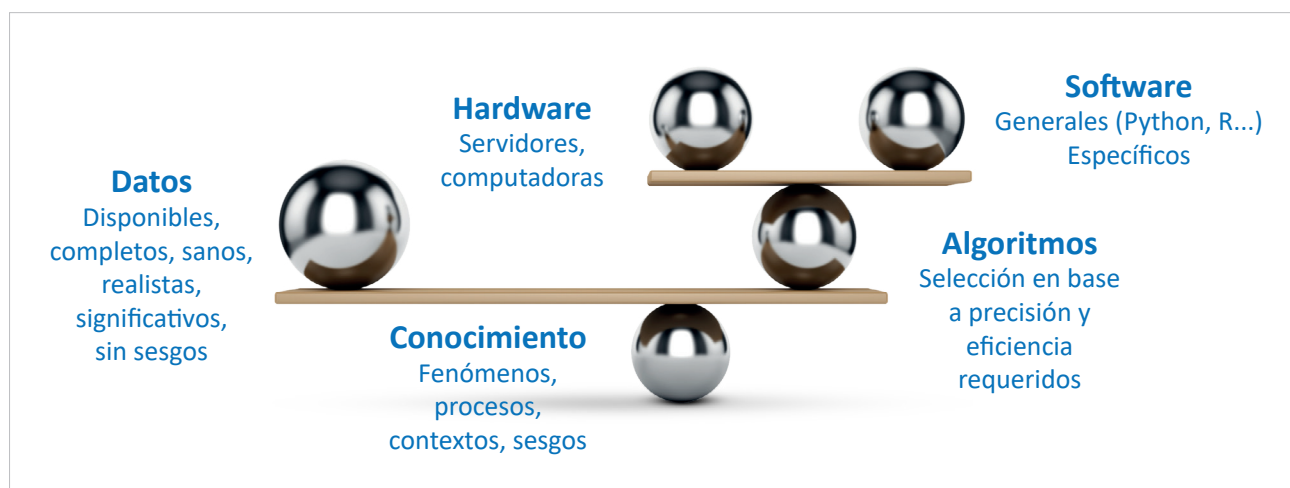


Figura 3. Equilibrio para el éxito en la implantación de IA.

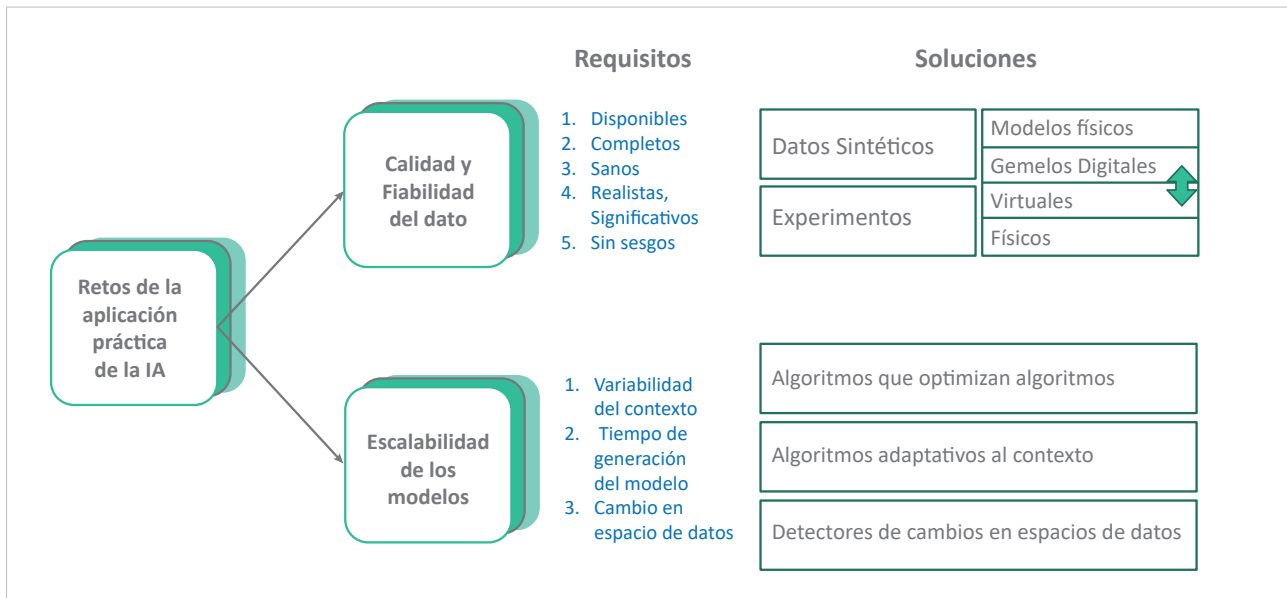


Figura 4. Condiciones para la aplicación general de la IA en la industria.

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

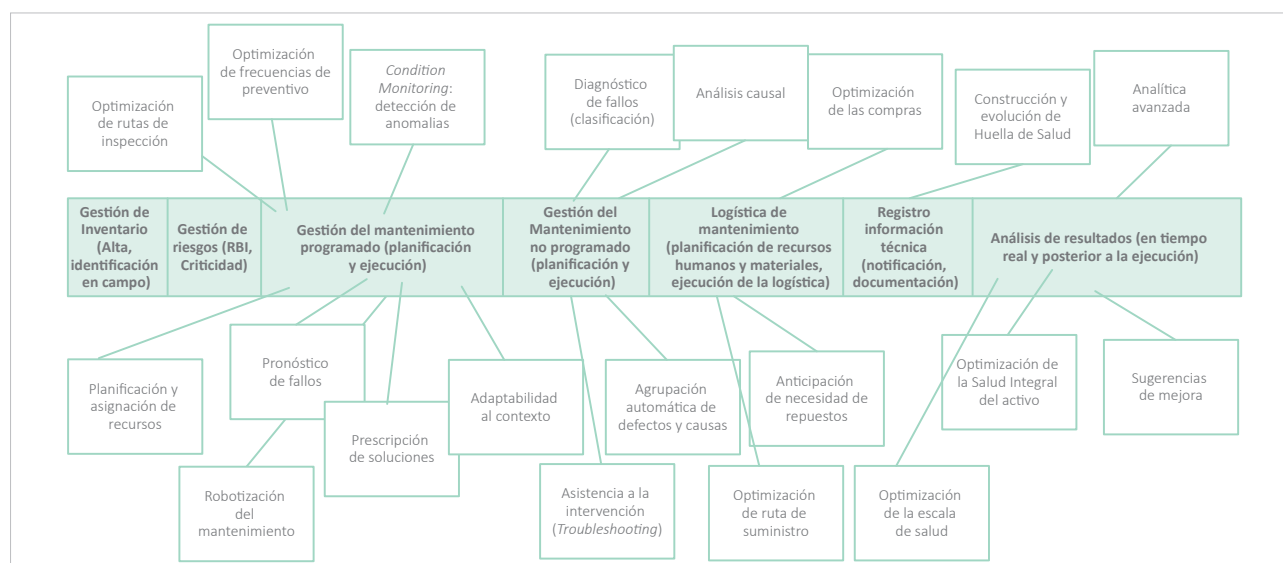


Figura 5. Resumen de aplicaciones de IA en la cadena de valor de mantenimiento.

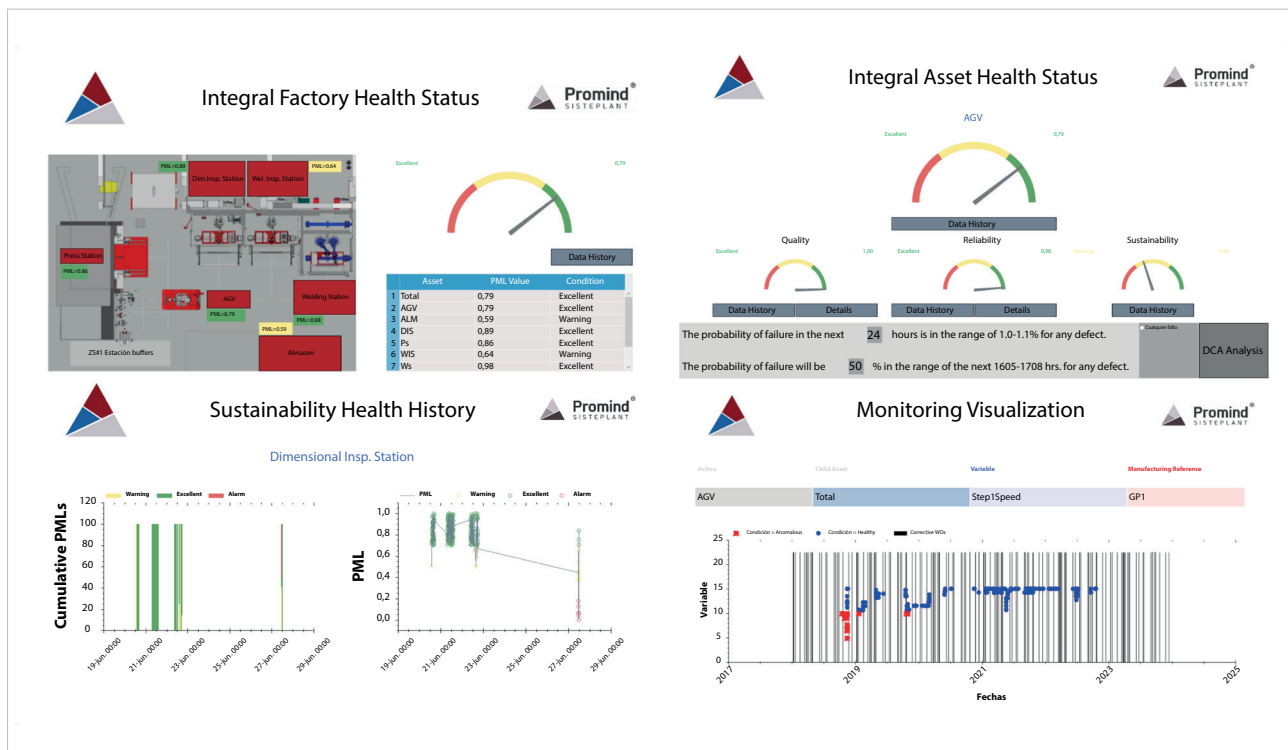


Figura 6. Salud Integral de activos.

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)