4DIGITAL

AI TECHNOLOGIES

AI OPERATIONAL INTELLIGENCE

AOI
AI Process Operator

Ve la operación. Aprende de la experiencia.
Orienta la siguiente decisión.



AICE + EXPERIENCIA OPERACIONAL + DCS

La experiencia de tu operación, potenciada con inteligencia artificial. Un módulo de la suite AOI diseñado para aprender del proceso y apoyar a quienes lo operan.

01 / INTELIGENCIA PRESCRIPTIVA

Que la mejor experiencia no se pierda entre turnos.

AOI AI Process Operator propone conectar lo que ocurre, lo que hacen los operadores y el resultado obtenido para orientar la próxima decisión.

01 Convertir experiencia en criterio compartido

Reconocer prácticas operacionales asociadas a buenos resultados y conservar el contexto que explica cuándo pueden ser pertinentes.

02 Buscar el mejor resultado del proceso completo

Equilibrar producción, recuperación, calidad y consumo de recursos, siempre dentro de los límites operacionales aprobados.

03 Cerrar el ciclo entre recomendación y resultado

Registrar la decisión del operador, observar la respuesta del proceso y comprobar si la acción aportó valor.

Process Intelligence	Predictive Intelligence	AI Process Operator
¿Qué está ocurriendo?	¿Qué podría ocurrir?	¿Qué conviene hacer?

Esta edición presenta el diseño objetivo del nuevo módulo. Las capacidades habilitadas se especifican y validan por versión, proceso y proyecto.

02 / OBSERVAR + APRENDER + CONTRASTAR

Tres fuentes.
Una memoria operacional.

El aprendizaje cobra valor cuando una observación, una decisión y su efecto comparten el mismo contexto de proceso.

AICE

LO QUE EL SISTEMA VE

Estados visibles, actividad, secuencias, movimientos, aperturas, presencia de material y condiciones de proceso.

La cámara aporta evidencia de lo observable; no revela por sí sola variables internas ni la intención del operador.

PERSONAS

CÓMO SE OPERA BIEN

Cambios de consigna, maniobras, prioridades y decisiones documentadas, junto con explicaciones de los especialistas.

Los registros de operación permiten distinguir acciones humanas de las automáticas cuando la fuente lo identifica.

DCS + HISTORIA

CÓMO RESPONDE EL PROCESO

Variables medidas, consignas, salidas de control, modos, alarmas y tendencias; resultados de laboratorio o producción cuando estén integrados.

Un historiador puede aportar series, pero no necesariamente autoría de maniobras: se requieren registros de eventos o anotaciones.

CONTEXTO > DECISIÓN > RESPUESTA > RESULTADO

AICE observa el mundo físico. AOI relaciona la evidencia con la experiencia y los datos industriales.

03 / DE LA EXPERIENCIA A UNA POLÍTICA VALIDADA

Aprender de buenos resultados. Sin copiar a ciegas.

Una maniobra exitosa no es una receta universal. Importan el material, el estado del equipo, las restricciones y el momento de aplicarla.

1

Sincronizar y reconstruir

Alinear video, eventos, DCS y resultados. Conservar calidad del dato, retardos, unidades, régimen y fuentes faltantes.

2

Construir episodios de decisión

Registrar qué ocurría, qué se hizo, por qué y qué cambió. Incorporar también decisiones descartadas y episodios sin mejora.

3

Comparar condiciones equivalentes

Separar el efecto del mineral, producto, carga o mantenimiento. Un buen resultado exige calidad y seguridad, no sólo más producción.

4

Aprender y contrastar alternativas

Evaluar aprendizaje por demostración, modelos de proceso y optimización restringida. Asociación histórica no demuestra causalidad.

5

Validar antes de promover

Probar con períodos posteriores y en modo sombra. Aprobar versiones y criterios de abstención antes de emitir recomendaciones operacionales.

Aprender continuamente no significa reentrenar ni cambiar el control sin aprobación.

04 / EXPERIENCIA DEL OPERADOR

Una recomendación. La evidencia para decidir.

La propuesta no termina en un valor sugerido: muestra contexto, alternativas, límites y la forma de comprobar el resultado.



PASAPORTE DE CADA DECISIÓN

Evidencia y hora de emisión. Versión del modelo. Calidad de fuentes. Incertidumbre. Restricciones. Validez temporal. Responsable. Decisión adoptada y resultado observado.

Interfaz y episodio ficticios. No contienen consignas reales ni una estimación validada de impacto. Una recomendación caduca si cambia el contexto que la sustenta.

05 / MOLIENDA + FLOTACIÓN

Optimizar una etapa no basta. Importa el resultado completo.

Casos de aplicación propuestos para conectar el criterio del operador con la evidencia física y la respuesta metalúrgica.

MOLIENDA

Estabilidad, capacidad y uso de energía.

OBSERVAR

Continuidad de alimentación, acumulaciones visibles y estados de equipos mediante AICE.

CONTRASTAR

Potencia, presión, carga, tonelaje y caracterización del mineral, según instrumentación.

APRENDER Y RECOMENDAR

Relacionar maniobras y restricciones con episodios de operación estable. Evaluar ajustes compatibles con la capacidad aguas abajo.

FLOTACIÓN

Recuperación, calidad y consumo de recursos.

OBSERVAR

Patrones visibles de espuma y movimiento superficial, con captura y modelos validados.

CONTRASTAR

Aire, niveles, pH, reactivos, caudales y resultados de laboratorio cuando estén disponibles.

APRENDER Y RECOMENDAR

Comparar estrategias por mineral y régimen. Proponer alternativas bajo restricciones de calidad, estabilidad y consumo.

Más toneladas no siempre significan más valor.

El objetivo se acuerda sobre metal recuperado, calidad y costos incrementales. Las imágenes no sustituyen leyes, ensayes ni balances metalúrgicos.

06 / DE LA CONDICIÓN AL CRITERIO OPERACIONAL

El proceso cambia.
La experiencia se adapta.

Una misma arquitectura de aprendizaje, configurada para las decisiones, los materiales y las restricciones de cada operación.



FUNDICIÓN Y PROCESOS TÉRMICOS

Aprender el momento.
Coordinar la secuencia.

AICE observa carga, aperturas, transferencias y colada. Thermal y DCS aportan condición y energía. Las decisiones documentadas permiten comparar ciclos equivalentes.

Objetivo propuesto: orientar tiempos, preparación y coordinación entre recursos, sin confundir menor duración con mejor calidad.

AGUA Y ENERGÍA

Relacionar demanda, estado de equipos y estrategias de operación para evaluar eficiencia sin comprometer continuidad.

MANUFACTURA

Aprender ajustes por referencia y estado de máquina para apoyar estabilidad, calidad y cambios de producto.

LOGÍSTICA DE PROCESO

Anticipar preparación y abastecimiento a partir de etapas y recursos disponibles, evitando esperas entre operaciones.

Aplicaciones objetivo, no resultados de clientes. Imagen industrial conceptual reutilizada de la identidad visual de 4DIGITAL.

07 / UN PASO MÁS ALLÁ DEL RECOMENDADOR

Antes de actuar, comparar futuros posibles.

Visión de evolución: un gemelo de decisión que evalúe alternativas dentro de un dominio operativo validado.

A

MANTENER

¿Qué podría ocurrir sin intervenir?

Una referencia explícita para evitar acciones innecesarias.

B

AJUSTAR

¿Qué cambia con una alternativa permitida?

Evaluar efecto esperado, incertidumbre y consecuencias aguas abajo.

C

ABSTENERSE

¿Falta evidencia para decidir?

Solicitar revisión o una medición adicional, en lugar de improvisar.

No basta con predecir. Hay que contrastar la decisión.

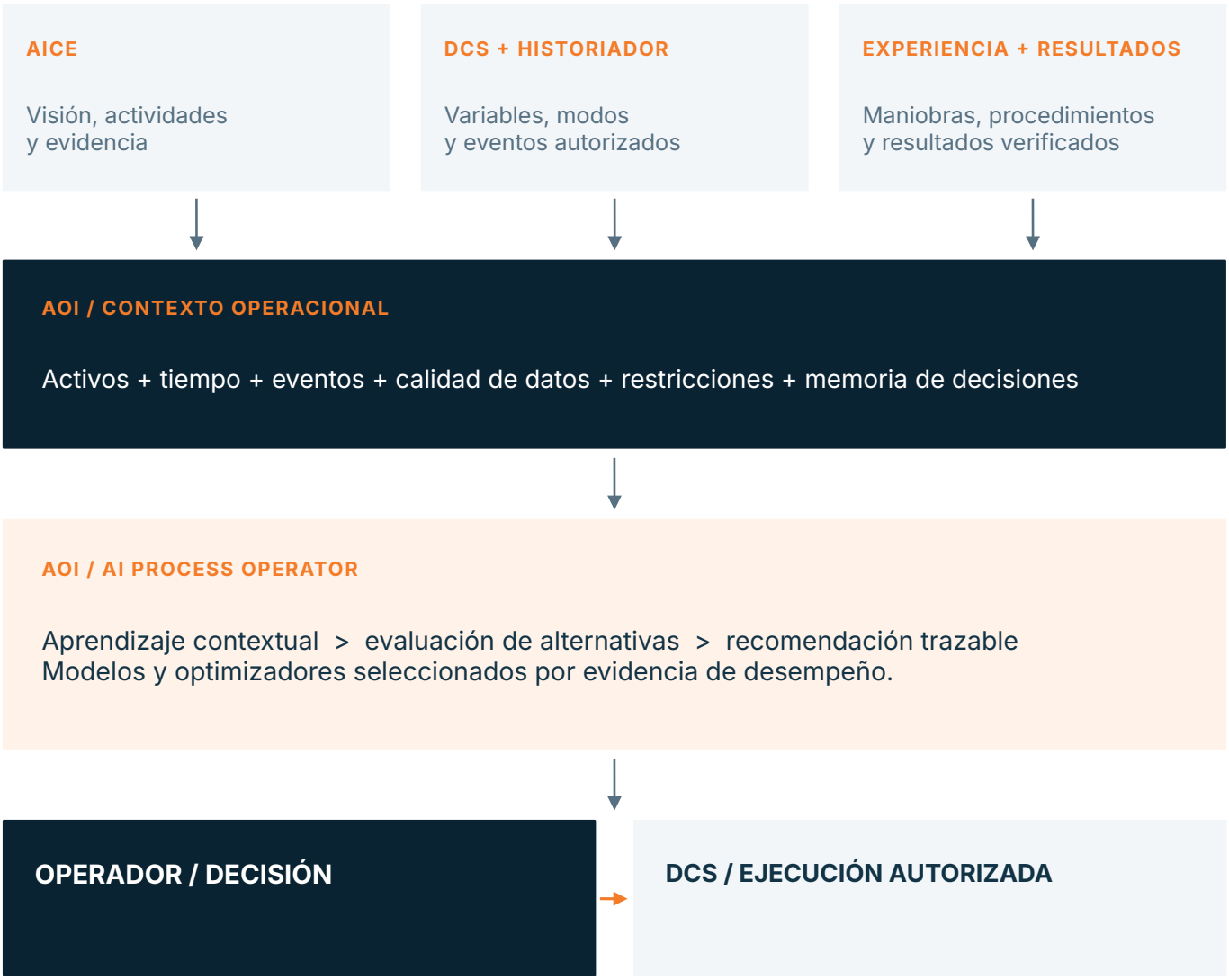
Cada alternativa incorporaría precondiciones físicas, permisos, límites y criterios de retirada: un contrato verificable antes de ejecutar. Si falta evidencia, AOI debe pedir observar mejor.

Capacidad futura sujeta a desarrollo y validación. Simular no demuestra causalidad ni garantiza el resultado en planta.

08 / INTEGRACIÓN CON LA OPERACIÓN EXISTENTE

AICE observa. AOI aprende. El DCS conserva el control.

AI Process Operator se plantea como un módulo de AOI, no como sustituto del DCS ni de los sistemas de protección.



Inicio en lectura y recomendación. Cualquier escritura requiere alcance independiente, permisos, validación y verificación de respuesta.

Convivencia con PLC, DCS y control avanzado. La información vuelve al historial para evaluar resultados; no habilita autoactualización de políticas en producción.

09 / AUTONOMÍA POR PERMISO, NO POR PROMESA

Aprender con continuidad. Actuar sólo con autoridad.

Una recomendación confiable debe saber cuándo abstenerse. La evolución del producto no elimina la responsabilidad operacional.

01

OBSERVAR

Modo sombra. Reconstruir episodios sin intervenir.

02

RECOMENDAR

El operador revisa, decide y registra su criterio.

03

EJECUTAR CON APROBACIÓN

Sólo acciones, valores y condiciones autorizados.

04

AUTONOMÍA ACOTADA

Horizonte futuro: dominio limitado y validado.

Límites independientes

Restricciones duras, protecciones e interlocks conservan su autoridad. Un modelo conversacional no escribe directamente al control.

Abstención y continuidad

Ante datos deficientes, deriva o un régimen no validado: retirar la recomendación y aplicar el procedimiento aprobado.

Versiones y trazabilidad

Modelos aprobados, acciones registradas, confirmación de respuesta y retorno a un modo autorizado; sin exploración libre en planta.

El buen desempeño nunca compensa una maniobra insegura. Aprender experiencia operacional no implica clasificar el valor de las personas ni vigilar su productividad individual.

10 / MEDIR LO QUE CAMBIA EN LA OPERACIÓN

Más recomendaciones no significan más valor.

El objetivo es mejorar decisiones y resultados atribuibles, no maximizar la cantidad de alertas ni la aceptación del sistema.

01 / CALIDAD DE DECISIÓN

¿Es pertinente?

Cobertura de casos, calidad de evidencia, recomendaciones fuera de contexto, abstenciones correctas e incertidumbre.

02 / ADOPCIÓN OPERACIONAL

¿Es útil?

Revisión y respuesta, motivos de aceptación o rechazo, carga de trabajo y continuidad entre turnos.

03 / RESULTADO DEL PROCESO

¿Cambia el desempeño?

Estabilidad, recuperación, calidad, tiempo de ciclo, energía, agua o reactivos, según el caso.

04 / VALOR ECONÓMICO

¿El beneficio se sostiene?

Margen incremental y ahorro realizable, descontando costos de operación y evitando el doble conteo.

VALIDACIÓN ANTES DE ESCALAR

Línea base + comparación + acción + resultado

La atribución se define con Operaciones, Procesos y Finanzas.

Comparar períodos y condiciones equivalentes; registrar mineral, carga y cambios simultáneos. Cuando corresponda, aplicar pruebas controladas. Una correlación no acredita causalidad ni retorno garantizado.

11 / UNA VENTAJA QUE SE CONSTRUYE EN CADA CICLO

La experiencia permanece. El criterio se comparte.

La visión de producto no es guardar más datos: es conservar decisiones con suficiente contexto para poder revisarlas, enseñarlas y mejorarlas.

MEMORIA DE EPISODIOS

Qué ocurrió. Qué se hizo. Qué cambió.

Eventos, condiciones, alternativas, decisión humana y resultado quedan vinculados, incluida la incertidumbre.

CONOCIMIENTO EXPLICABLE

No sólo la maniobra: también el criterio.

Los especialistas documentan excepciones y razones. Una regla aprendida no se convierte automáticamente en procedimiento.

ENTRENAMIENTO SITUACIONAL

Aprender con episodios, no con recetas.

Evolución prevista: practicar decisiones en escenarios validados y revisar consecuencias sin experimentar sobre la planta.

TRANSFERENCIA GOBERNADA

Compartir conocimiento, no exponer operaciones.

Horizonte futuro: transferir patrones entre activos sólo con permisos, protección de datos y validación local.

La meta: que cada turno aproveche lo que la operación ya aprendió.

12 / PENSADO PARA LA PRÓXIMA DÉCADA

De recomendar una acción a comprender una operación.

Nuestra dirección: una inteligencia industrial que observe, aprenda, ensaye alternativas y participe bajo autoridad explícita.

2026-2027

MEMORIA + RECOMENDACIÓN

Conectar AICE, DCS y experiencia. Validar recomendaciones supervisadas y su efecto por caso de uso.

2028-2030

SIMULAR + EJECUTAR CON AUTORIDAD

Contrastar alternativas y habilitar acciones acotadas bajo contratos verificables, validación local y permisos según riesgo.

2031-2033

PHYSICAL AI QUE BUSCA EVIDENCIA

Agentes que soliciten mediciones o inspecciones autorizadas, coordinen procesos y revisen sus decisiones frente a nueva evidencia.

2034-2036

REDES DE APRENDIZAJE OPERACIONAL

Operaciones que compartan estrategias autorizadas, negocien objetivos y recursos, y prueben su pertinencia local sin copiar políticas a ciegas.

Hitos de visión, no fechas contractuales ni funcionalidades disponibles. Cada avance exige evidencia técnica, autoridad operacional y valor demostrado.

La ambición no es automatizar todo. Es decidir y actuar mejor.

13 / COMIENCE CON UNA DECISIÓN QUE IMPORTE

Su operación ya tiene experiencia. Conviértala en inteligencia.

Un proceso. Una decisión recurrente. Un resultado medible.
El punto de partida para construir AI Process Operator.

DEFINIR	Objetivo, restricciones, responsables y línea base.
OBSERVAR	Conectar fuentes y reconstruir episodios, sin actuar.
CONTRASTAR	Validar con historia y modo sombra en condiciones reales.
ASISTIR	Presentar recomendaciones con revisión del operador.
DEMOSTRAR	Medir efecto, corregir y ampliar sólo lo validado.

Definamos su primer caso de aprendizaje operacional.

4digital.ai

ALCANCE Y DISPONIBILIDAD

AICE, AOI y la integración OT constituyen la base documental de la suite. El aprendizaje de decisiones y las funciones prescriptivas de AI Process Operator se presentan como diseño de producto a implementar y validar. Simulación avanzada, coordinación multiagente y autonomía corresponden a evolución prevista.