

III FORO

RETOS Y TENDENCIAS EN TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

28 de mayo de 2026
Hotel Arima · San Sebastián

Organizado por:



Bloque MONITORIZACIÓN

Ponencia

Automatización en recubrimientos:
clave para mejorar la eficiencia operativa



D. Cristóbal Escobar Niño
Departamento Técnico de Stop-Fluid



Co-financiado por:



Co-funded by
the European Union



STOP FLUID- WALCHEM

Automatización en recubrimientos: clave para mejorar la eficiencia operativa

Mayo 2026



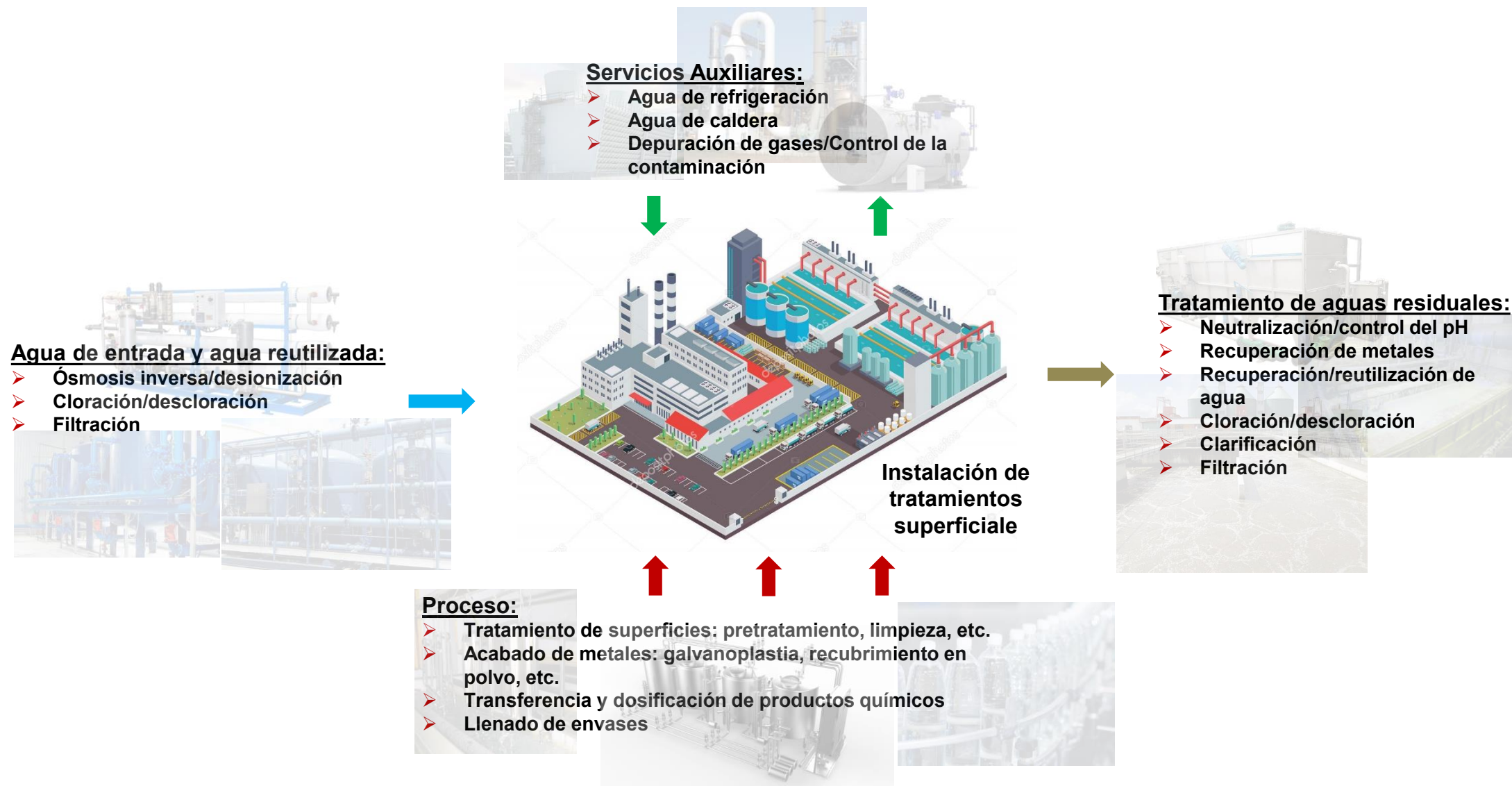
¿Por qué automatizar?

La frase más dañina en nuestra profesión



Mejora de la eficiencia operativa

Instalación de tratamientos superficiales: oportunidades en el ámbito de la dosificación y el control de productos químicos



Mejora de la eficiencia operativa

¿Cuáles son las oportunidades?

- **Proceso (pretratamiento y producto final)**
 - **Mejores resultados**
 - ☐ Baño más robusto y estable
 - ☐ Permite operar dentro de un margen de proceso más ajustado
 - ☐ Acabado más consistente
 - ☐ Recogida/almacenamiento de datos en tiempo real
 - ☐ Notificación de alarma en tiempo real
 - **Mejoras en tiempo y coste**
 - ☐ El análisis en tiempo real reduce el tiempo y el coste de las pruebas manuales
 - ☐ Reducción al mínimo del exceso o la falta de dosificación de productos químicos
 - *Mejor gestión de inventario*
 - *Reducción del consumo de productos químicos*
 - *Reducción de residuos*
 - ☐ Liberación de recursos para otras tareas importantes que aportan valor añadido

Mejora de la eficiencia operativa

¿Cuáles son las oportunidades?

- **Aguas residuales**
 - **Mejor cumplimiento de los permisos reglamentarios**
 - ☐ Detectar un problema potencial antes de que se convierta en un problema
 - ☐ Recopilación de datos históricos: análisis de tendencias del sistema
- **Servicios Auxiliares**
 - **Incluye torres de refrigeración, calderas y controles de contaminación (depuradores de gases)**
 - ☐ Mejora de la transferencia de calor
 - ☐ Funcionamiento adecuado de los controles de contaminación
 - ☐ Mayor vida útil de los equipos
 - ☐ Control de la legionela
- **Agua de entrada y agua reutilizada**
 - **La capacidad de recuperar el agua utilizada reduce la necesidad de agua de entrada**
 - **Mejora de la calidad del agua para el proceso**
 - ☐ Garantiza que la superficie salga limpia de la fase de pretratamiento del proceso
 - ☐ Minimiza la posibilidad de que aparezcan manchas, rayas, etc., en la superficie del producto final

Mejora de la eficiencia operativa

Pretratamiento: Aplicaciones en limpieza de piezas

- **Importancia en los procesos de fabricación industrial**
 - Limpiar, desengrasar y secar piezas industriales
 - Garantiza la adherencia de los acabados intermedios o finales
 - ❑ Galvanizado
 - ❑ Anodizado
 - ❑ Recubrimiento en polvo
 - ❑ Pintura
- **Fases de la limpieza**
 - Aplicable a sistemas de una sola etapa y de varias etapas
 - Las etapas pueden incluir
 - ❑ Fase(s) de lavado/limpieza
 - ❑ Fosfatado
 - ❑ Fase(s) de sellado
 - ❑ Fase(s) de aclarado



Fuente: <https://www.bendpak.com/shop-equipment/parts-washers/parts-washers-explained/>



Fuente: <https://www.internationalthermalsystems.com/2017/07/industrial-parts-washer-division-growing-since-acquiring-continental-equipment-corporation-cec/>

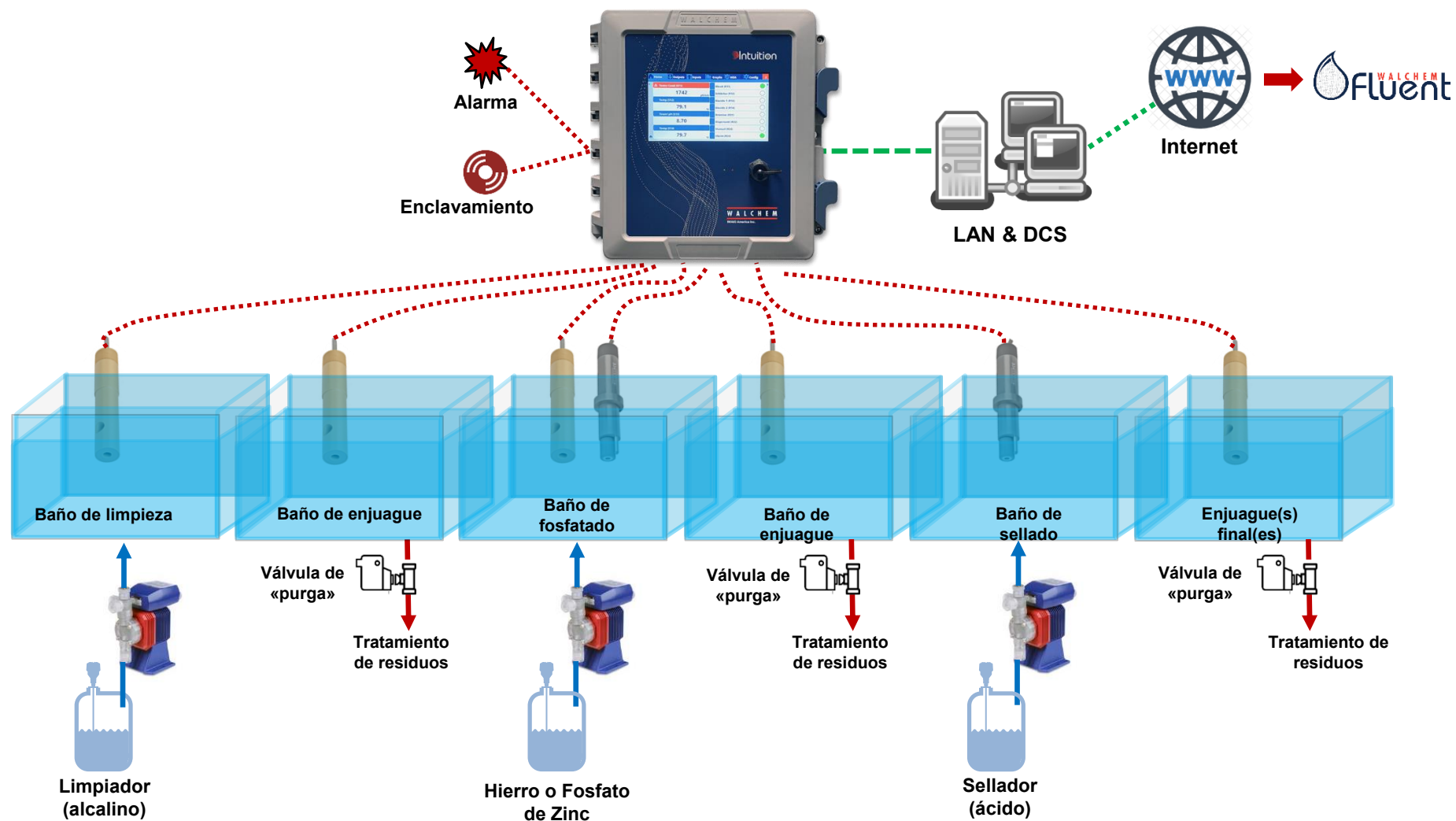
Mejora de la eficiencia operativa

Limpieza de piezas: ¿cómo se controlan las fases?

- **Limpiadores**
 - **Conductividad – sin electrodos**
 - ❑ Valoración del porcentaje de producto químico, que se correlaciona con la conductividad
- **Baños de fosfato y sellado**
 - **Conductividad y/o pH, dependiendo de la química utilizada**
- **Enjuagues**
 - **Conductividad: tanto por contacto como sin electrodos**
 - ❑ Los sensores de conductividad por contacto se utilizan normalmente cuando se emplea agua de ósmosis inversa
 - **pH**
- **Otros**
 - **Otros parámetros de importancia**
 - ❑ Temperaturas: diversas etapas de los baños
 - ❑ Presiones de pulverización: si se utiliza un sistema de pulverización
 - ❑ Recuento de piezas
 - ❑ Desbordamiento a residuos
 - **Los datos históricos pueden utilizarse para solucionar problemas de rendimiento**

Mejora de la eficiencia operativa

Pretratamiento para el acabado de metales: instalación de un sistema de lavado de piezas



Mejora de la eficiencia operativa

Control del proceso de recubrimiento

- **Baño de galvanoplastia**

- **Concentración de metal mediante titulación o absorbancia (Cu, Ni)**

- ❑ Los baños de galvanoplastia de cobre o níquel pueden controlarse mediante espectrofotometría

- *En muchos casos, la concentración de metal no varía con la rapidez suficiente como para requerir automatización, o bien es demasiado alta*

- **El pH del baño de galvanoplastia se supervisa y controla con frecuencia**

- ❑ Se utiliza en el recubrimiento de Ni (pH en el rango de 3,0 a 4,5) y en el recubrimiento de Zn (pH en el rango de 5,0 a 6,0)

- **Conductividad (sin electrodos)**

- ❑ Baños nuevos: ~400-575 mS/cm

- ❑ A medida que avanza el proceso, se acumulan metales indeseados y la conductividad disminuye

- *La conductividad determina la eficacia y eficiencia con la que la corriente o el amperaje se desplaza a través del baño*
 - *Influye en la calidad del recubrimiento*

- **Baño de recubrimiento no electrolítico**

- **Concentración de metal mediante titulación o absorbancia (Cu, Ni)**

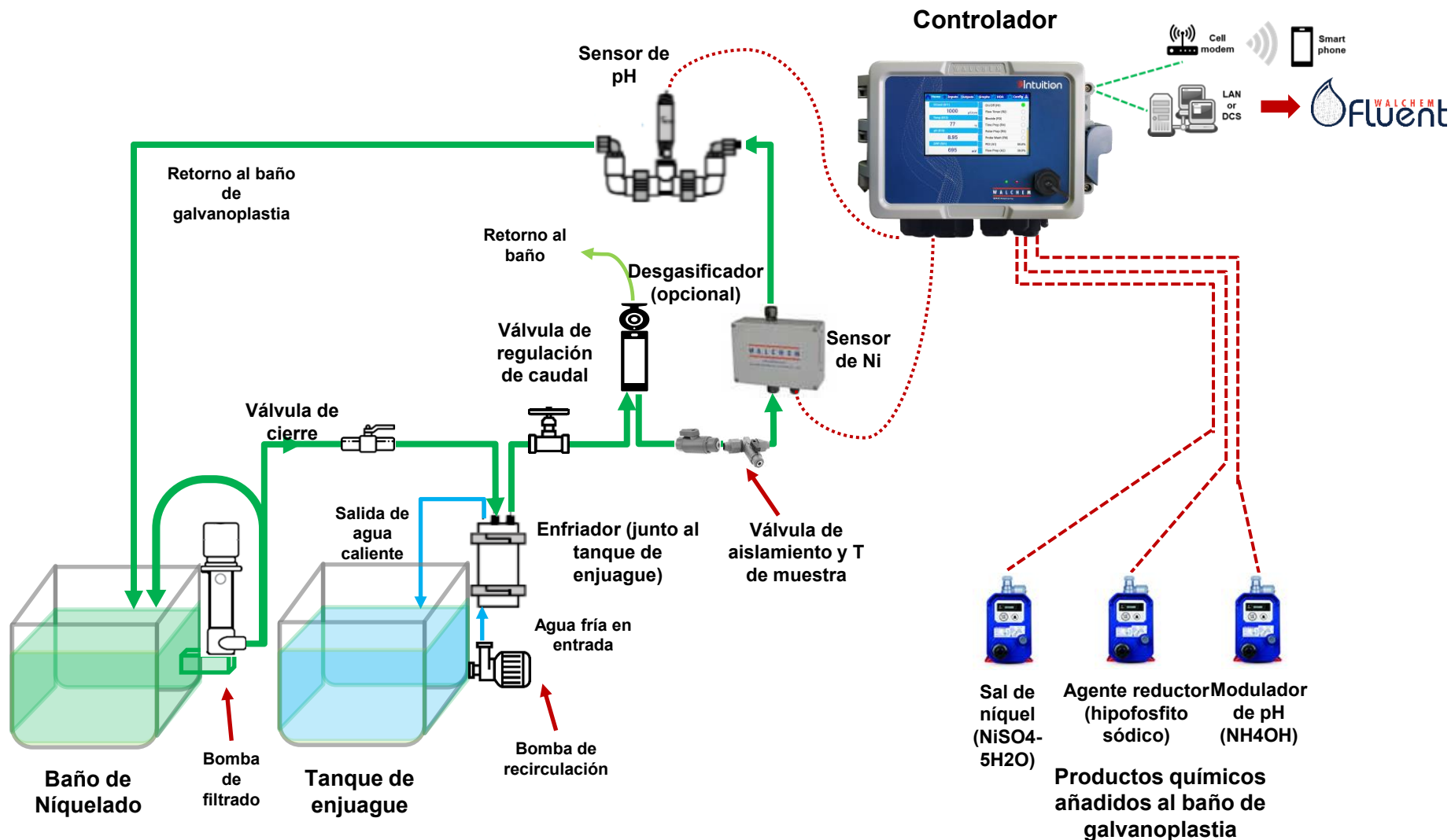
- ❑ Fácil control del cobre o el níquel en el baño de recubrimiento no electrolítico mediante espectrofotometría

- ❑ Cálculo de las vueltas de metal

- **pH controlado en baños ENi**

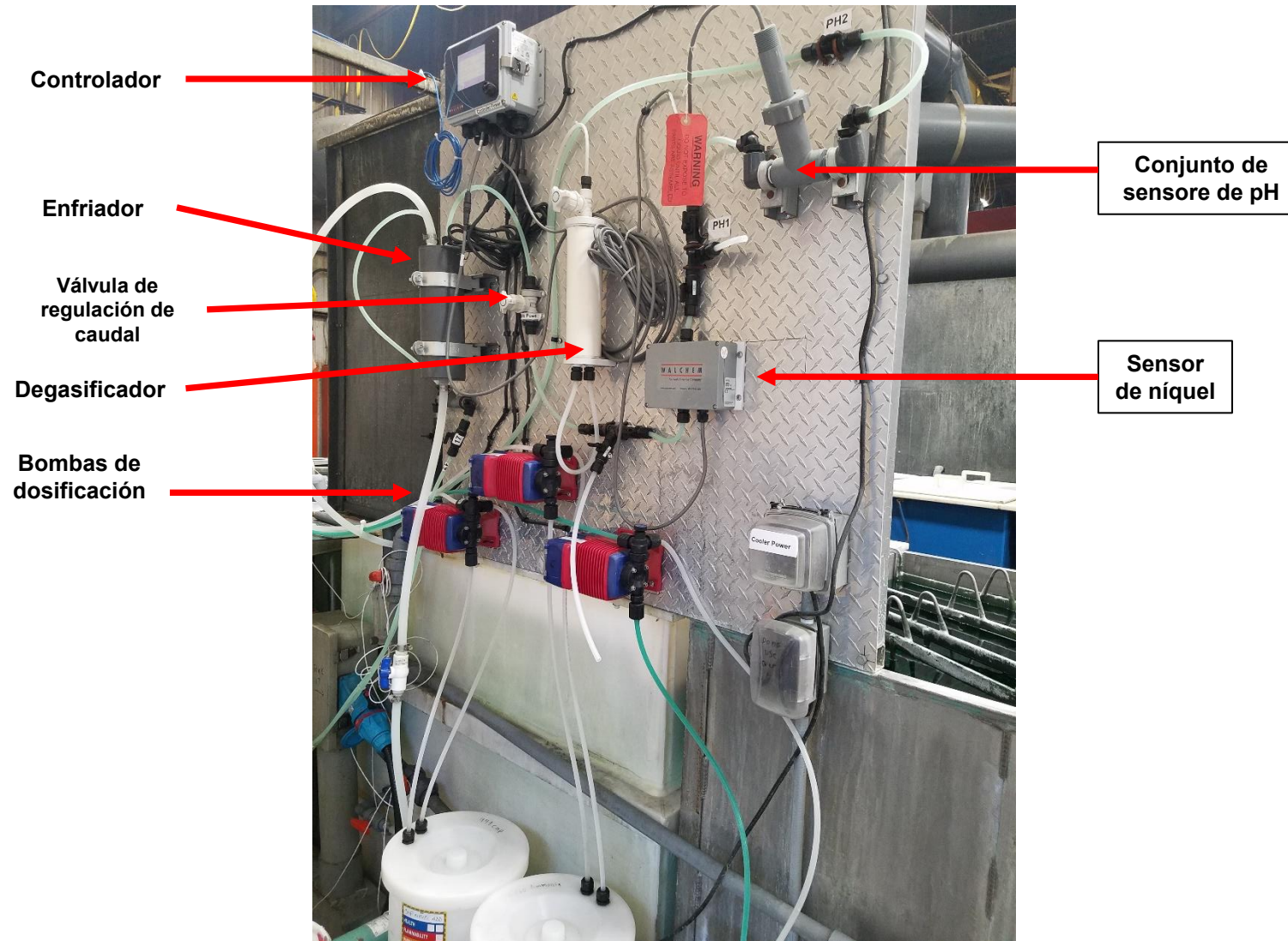
Mejora de la eficiencia operativa

Baño de níquel químico: instalación típica para la automatización del baño



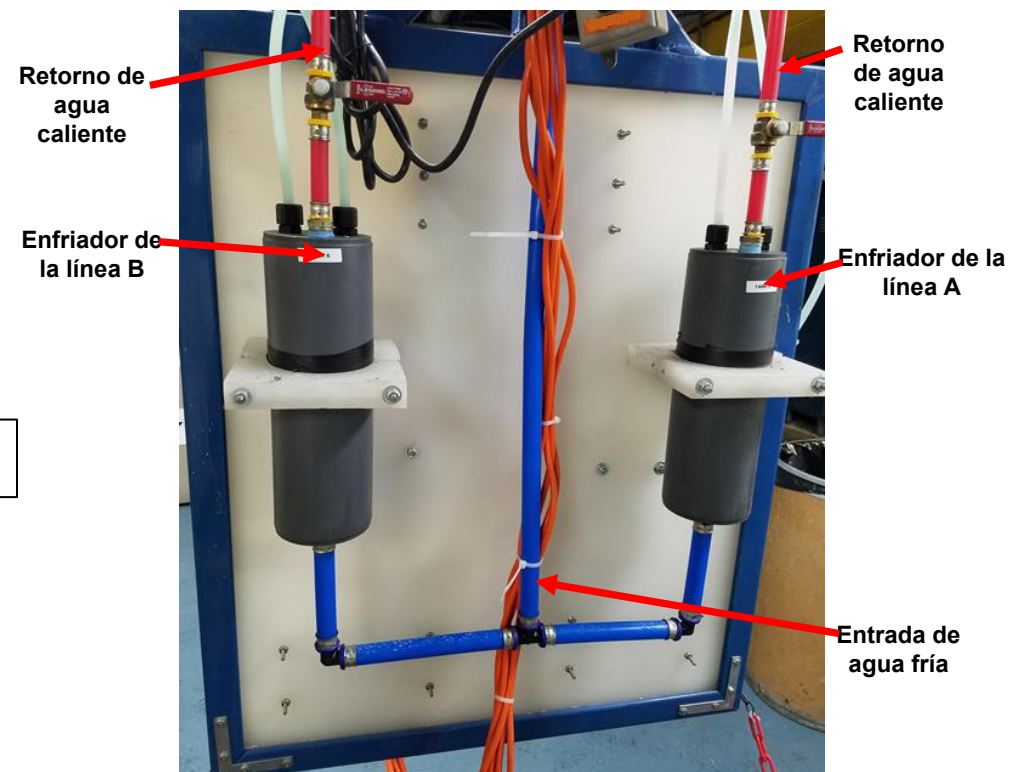
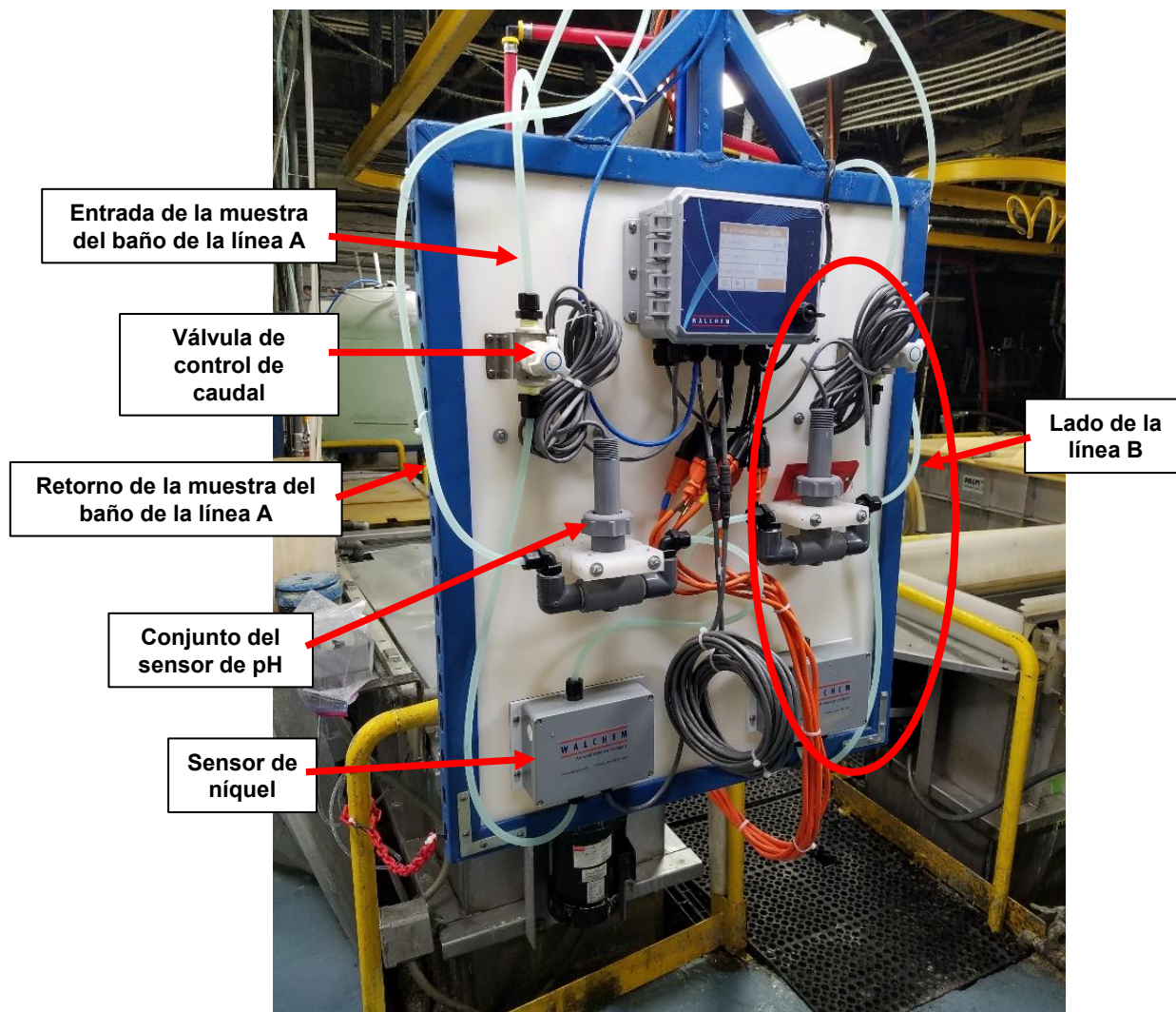
Mejora de la eficiencia operativa

Configuración de un único baño de níquel químico



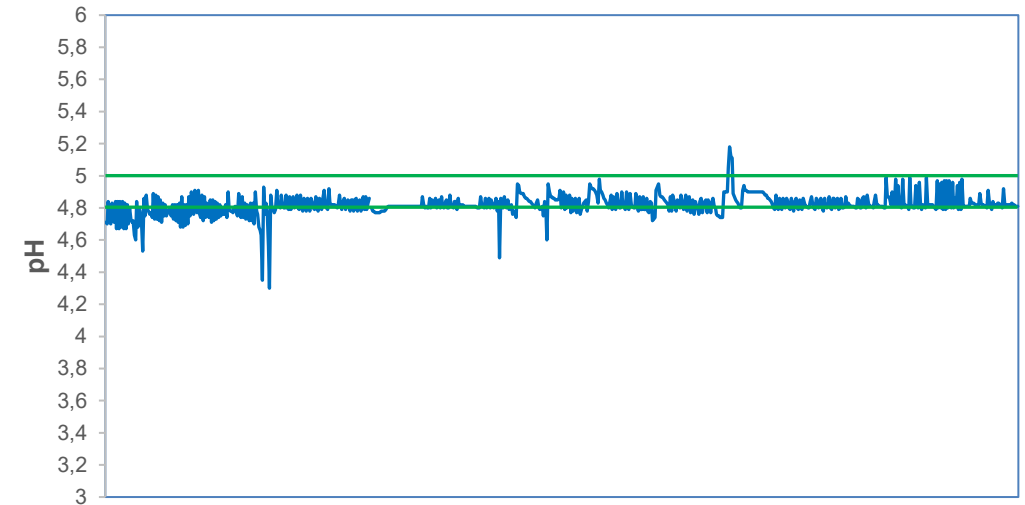
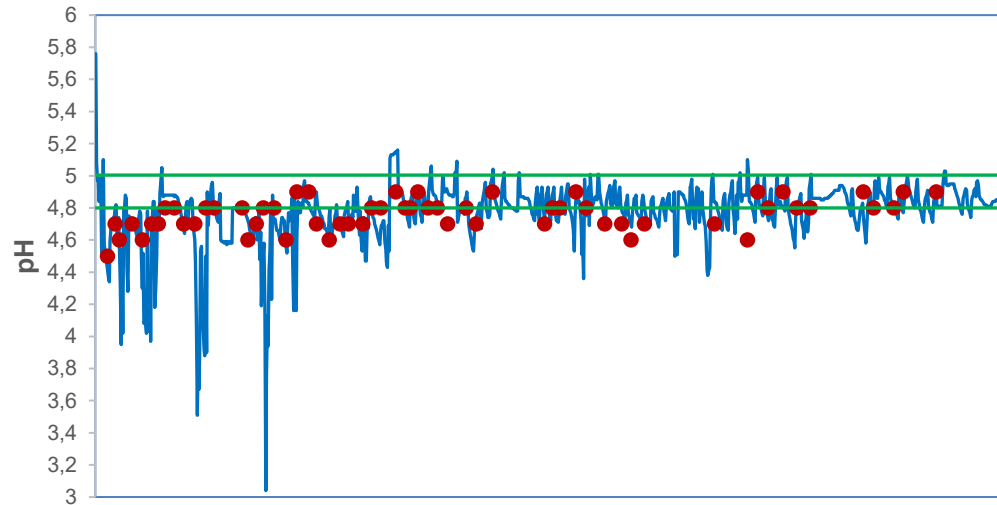
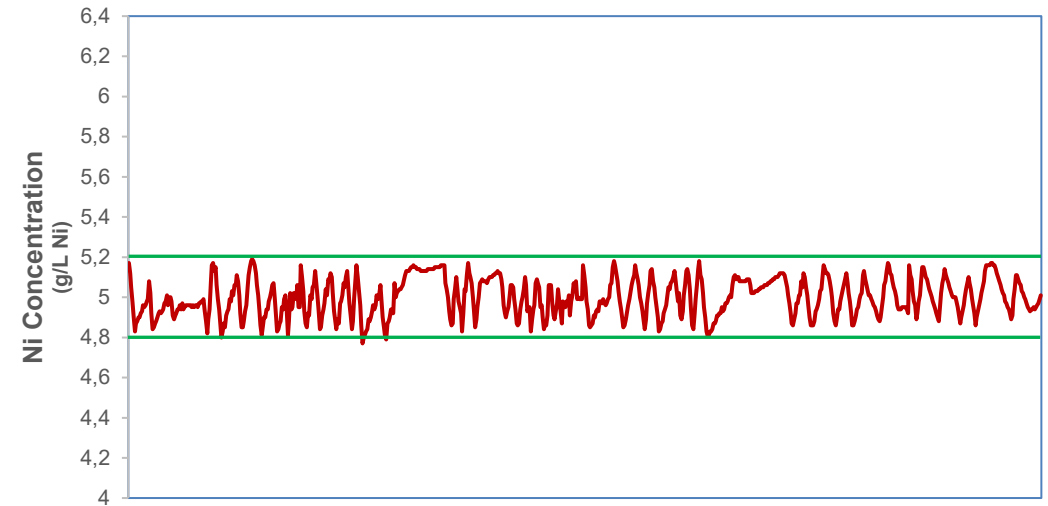
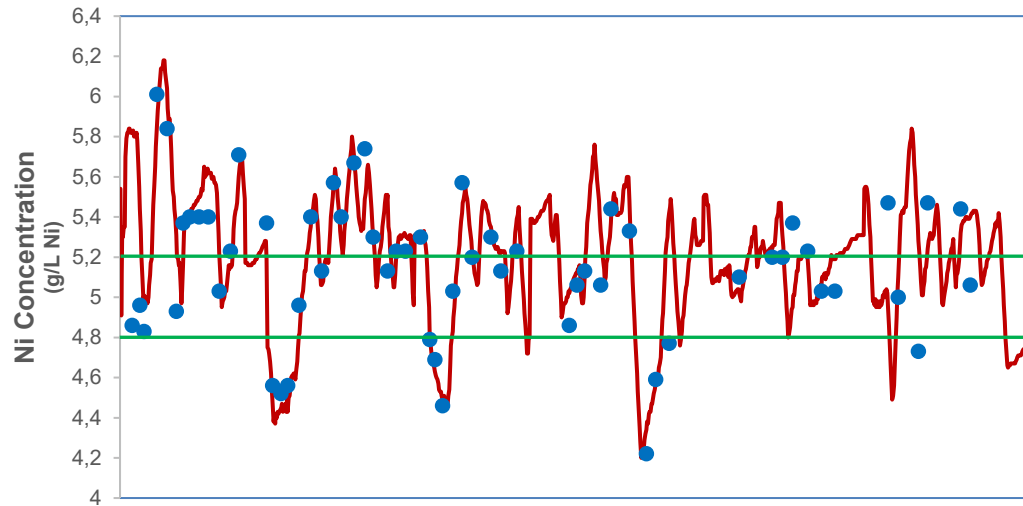
Mejora de la eficiencia operativa

Configuración de un baño doble de níquel químico



Mejora de la eficiencia operativa

Baño de níquel químico: antes y después de la automatización



Mejora de la eficiencia operativa

Baño de níquel químico: antes y después de la automatización, cifras definitivas

- **Resultados del control manual del níquel**

- **Valoración con EDTA en planta**

- ❑ Resultados del níquel: 5.15 g/L
 - ❑ Desviación estándar: 0.35

- **Resultados del control automatizado del níquel**

- **Lecturas del controlador**

- ❑ Resultados del níquel: 5.00 g/L
 - ❑ Desviación estándar: 0.09

- **Resultados del control manual del pH**

- **Laboratorio de la planta**

- ❑ Resultados del pH: 4.8
 - ❑ Desviación estándar: 0.1

- **Resultados del control automático del pH**

- **Lecturas del controlador**

- ❑ Resultados del pH: 4.82
 - ❑ Desviación estándar: 0.07

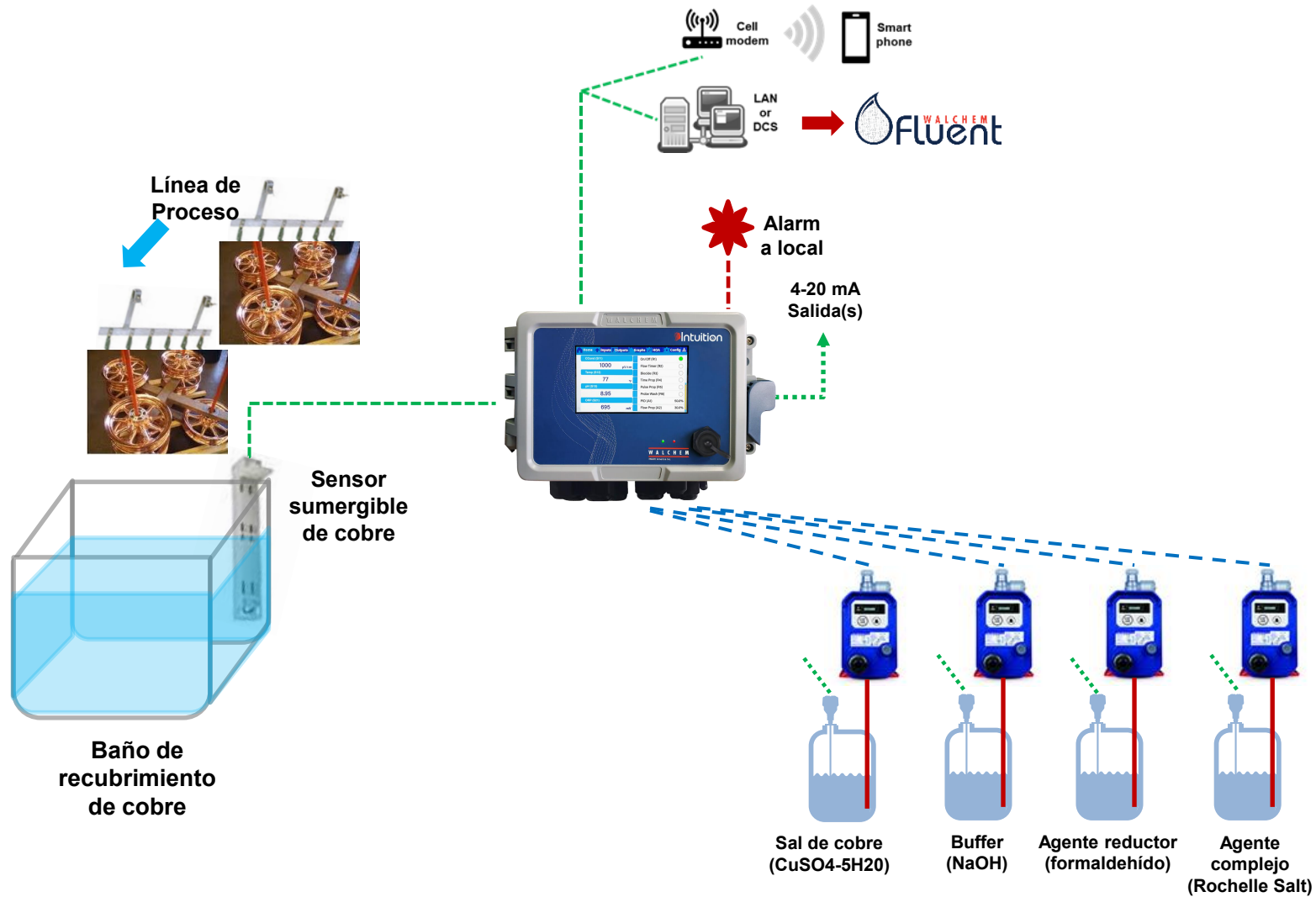
Mejora de la eficiencia operativa:

Ventajas gracias a la automatización

- **Reducción de la mano de obra para el mantenimiento de baños automatizados**
 - Reducción del tiempo de ensayo: 75 % (en comparación con la etapa previa a la automatización)
 - ❑ Los operarios disponen de más tiempo para centrarse en otros aspectos críticos del funcionamiento de los baños
 - Calidad más uniforme del recubrimiento con una menor intervención del operario en el baño
- **Reducción de costes**
 - Reducción del uso total de productos con la misma cobertura de recubrimiento
 - Reducción de la necesidad de materiales para prueba manuales
- **Menor porcentaje de precipitación**
 - La precipitación relacionada con la química en los baños automatizados se ha reducido casi a «0»
 - ❑ Los operadores se centran más en minimizar/eliminar la precipitación no relacionada con la química

Mejora de la eficiencia operativa

Baño de cobre: Instalación típica para la automatización del baño



Mejora de la eficiencia operativa

Anodizado del aluminio: ¿Dónde están las oportunidades en materia de supervisión y control?

- **Pretratamiento**

- **Baños de limpieza**

- ❑ Conductividad sin electrodos para controlar los niveles de limpiador alcalino
 - ❑ Bombas dosificadoras para la alimentación de limpiador alcalino

- **Tanques de grabado**

- ❑ Conductividad sin electrodos para la composición química del agente de grabado

- **Enjuagues**

- ❑ Conductividad y pH

- **Proceso**

- **Baño de anodizado**

- ❑ El pH suele ser demasiado bajo para controlarlo adecuadamente con un regulador de pH
 - ❑ Conductividad - sin electrodos

- **Baños de tintado**

- ❑ El pH se puede controlar con un controlador de pH
 - *Las altas temperaturas limitan la vida útil del electrodo si no se aplica refrigeración de la muestra*

- **Baños de sellado**

- ❑ El pH se puede controlar con un controlador de pH si se utiliza ácido (que no sea acético)
 - *Vida útil corta del electrodo si no se aplica refrigeración*



Fuente: <https://www.anoplate.com/finishes/hardcoat-anodize/>

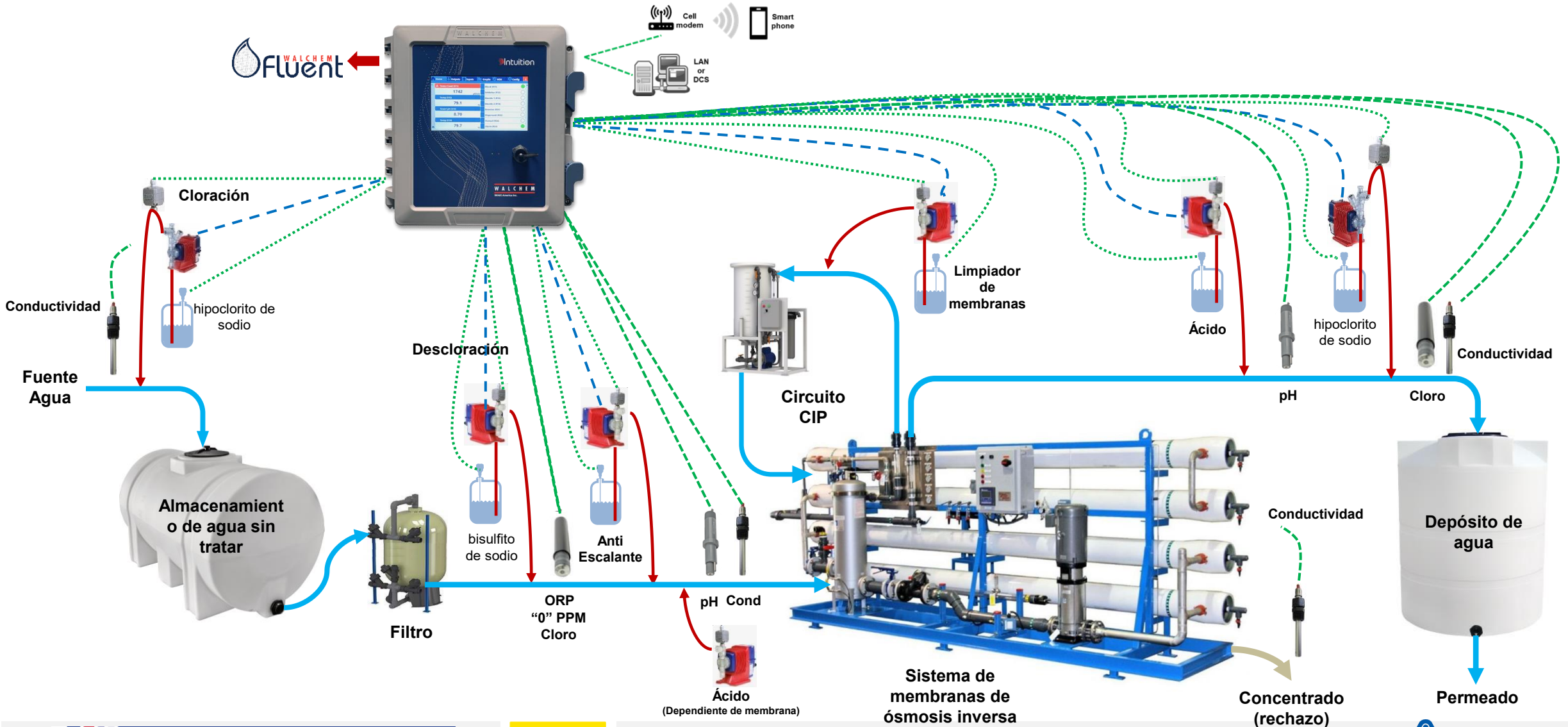
Mejora de la eficiencia operativa

Agua de entrada y agua reutilizada: ¿qué oportunidades ofrecen?

- **Agua de entrada y reutilización**
 - **Ámbitos de aplicación**
 - ❑ Depuración del suministro de agua para las necesidades del proceso
 - ❑ Recuperación de productos químicos por arrastre de chapa
 - ❑ Depuración y reutilización de aguas residuales
 - **Mejora de la calidad del agua para el proceso**
 - ❑ Garantiza una superficie limpia al salir de la fase de pretratamiento del proceso
 - ❑ Minimiza el riesgo de manchas, rayas, etc., en la superficie del producto final
 - **Aumento de la vida útil de las membranas en el sistema de ósmosis inversa**
 - ❑ Etapa de decloración
 - **Cuando se aplica a los residuos de galvanoplastia**
 - ❑ Permite el retorno del concentrado químico (solución química recuperada) al baño de proceso
 - *Se pueden recuperar valiosos productos químicos de proceso*
 - *Recuperación de metales para cumplir con los límites de vertido de metales.*
 - ❑ Reutilización del permeado (agua purificada) como agua de enjuague fresca
 - *Se necesita menos agua fresca: menores costes de agua*
 - ❑ Minimiza o elimina el vertido de agua a la EDAR (estación depuradora de aguas residuales)

Agua de entrada y agua reutilizada

Aplicación en instalación de ósmosis inversa



Mejora de la eficiencia operativa

Servicios auxiliares: ¿qué oportunidades ofrecen?

- **Servicios auxiliares**

- **Torres de refrigeración**

- ❑ La reducción del consumo de agua permite reciclar la mayor parte del agua utilizada en la refrigeración de procesos
 - ❑ Reducción del uso de productos químicos
 - *Los ahorros suelen superar los derivados de la reducción del consumo de agua*
 - ❑ Reducción de la corrosión y la formación de incrustaciones
 - *Mayor vida útil de los equipos*
 - ❑ Control de la Legionella

- **Calderas y retorno de condensado**

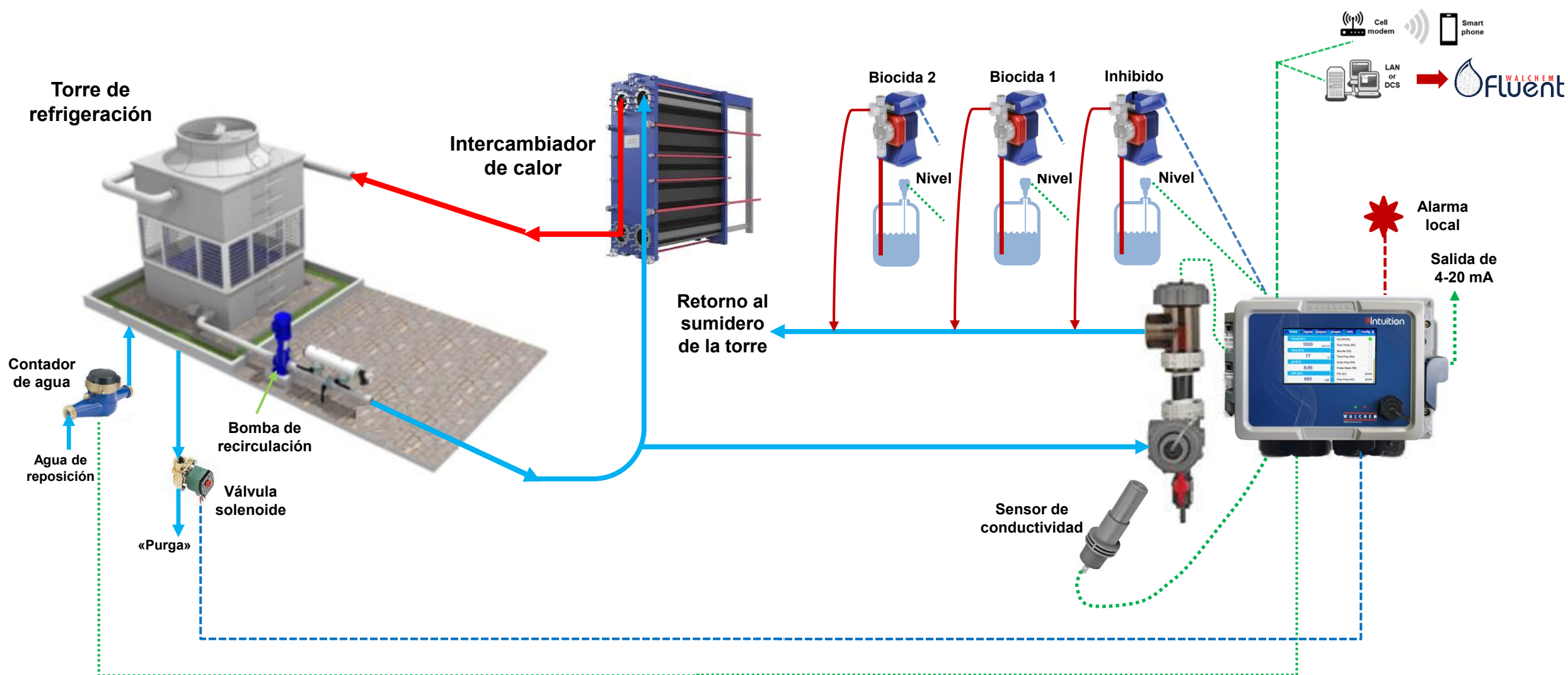
- ❑ Mejora de la transferencia de calor
 - ❑ Reducción de la corrosión y la formación de incrustaciones
 - *Mayor vida útil de los equipos*
 - ❑ Ahorro energético: mediante el control adecuado del retorno de condensado al agua de alimentación de la caldera
 - *También reduce los costes de productos químicos, agua de reposición y eliminación de aguas residuales*

- **Control de la contaminación– Depuradores de humos**

- ❑ Minimización/eliminación de contaminantes y/o olores
 - ❑ Garantía de la seguridad de los trabajadores
 - ❑ Cumplimiento normativo: ¡el incumplimiento de los requisitos de emisión conlleva multas elevadas!

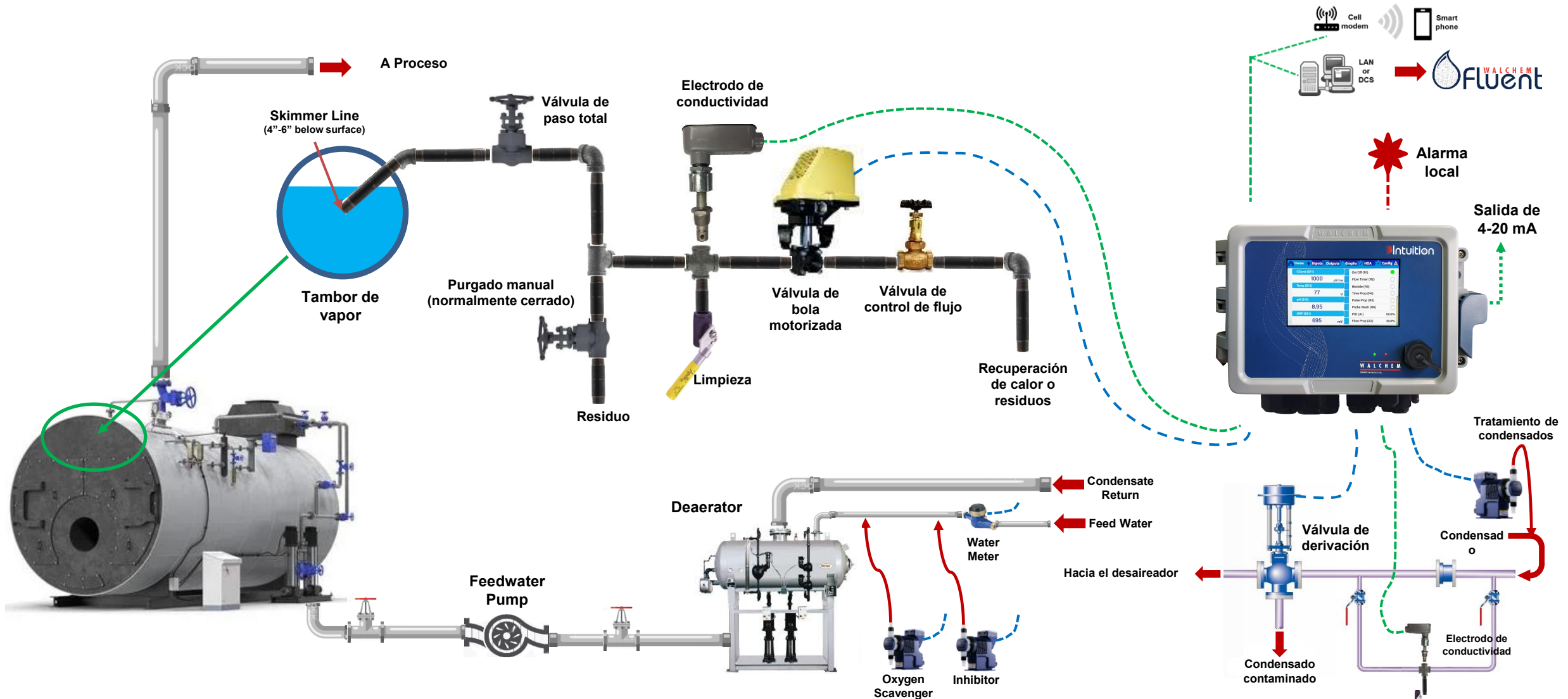
Mercados y aplicaciones

Industria, servicios públicos: aplicación en torres de refrigeración



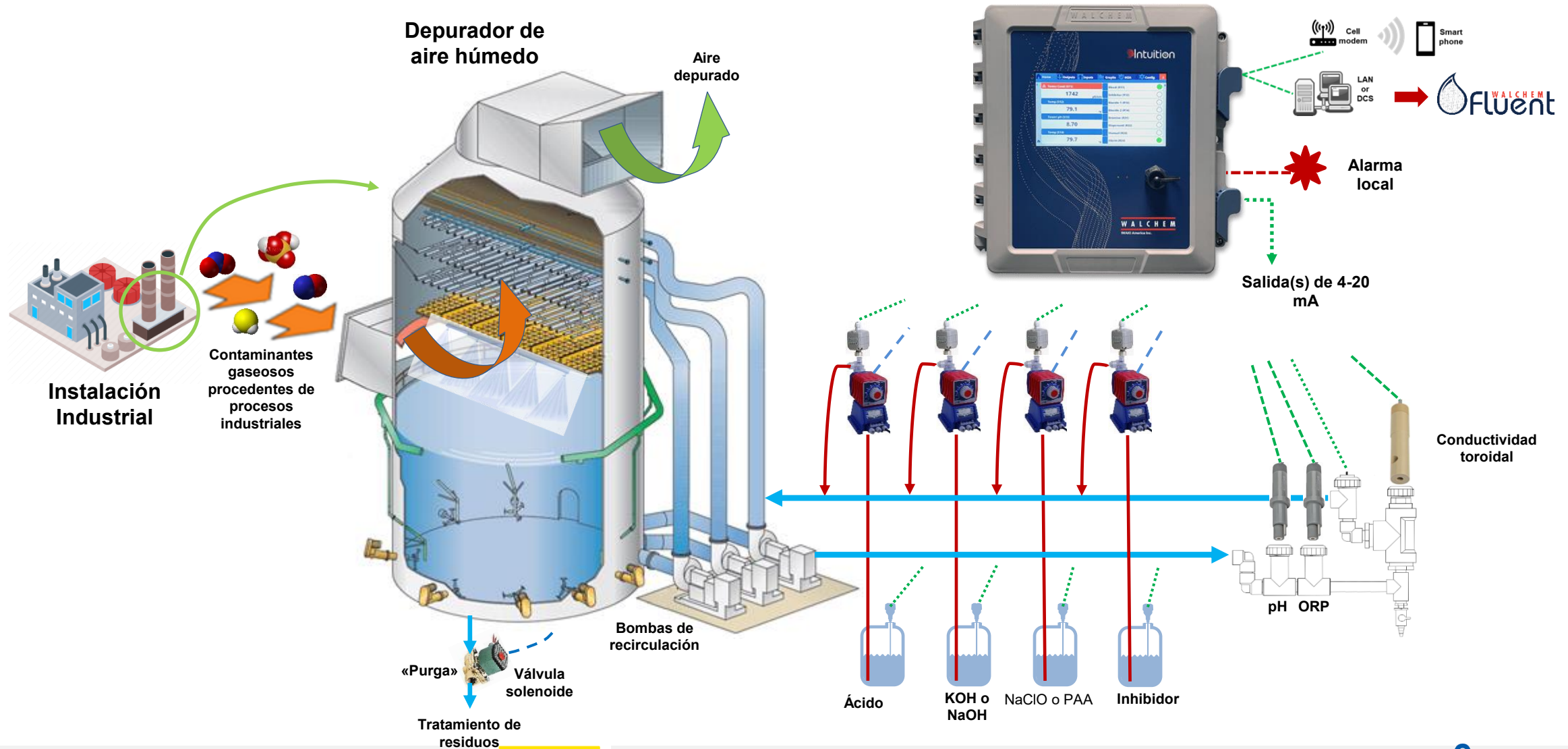
Mercados y aplicaciones

Sector industrial y de servicios públicos: aplicación para sistemas de calderas y retorno de condensado



Mercados y aplicaciones

Sector industrial – Servicios públicos: Instalación de un depurador de aire húmedo



Mejora de la eficiencia operativa

Aguas residuales: ¿qué oportunidades ofrecen?

- **Aguas residuales**

- **Mejor cumplimiento de los permisos reglamentarios**

- ☐ Detectar y resolver un problema potencial antes de que se convierta en un problema
 - ☐ Evitar multas por incumplimiento

- **Reducción de los costes energéticos**

- ☐ Recuperación y reutilización del agua en toda la planta

- **Mejoras en los procesos**

- **Acceso constante a los datos**

- ☐ Aumento de la eficiencia de los procesos de tratamiento de aguas residuales
 - ☐ Capacidad para evaluar mejor las tendencias y cómo surgen diferentes patrones tanto en momentos de bajo como de alto consumo

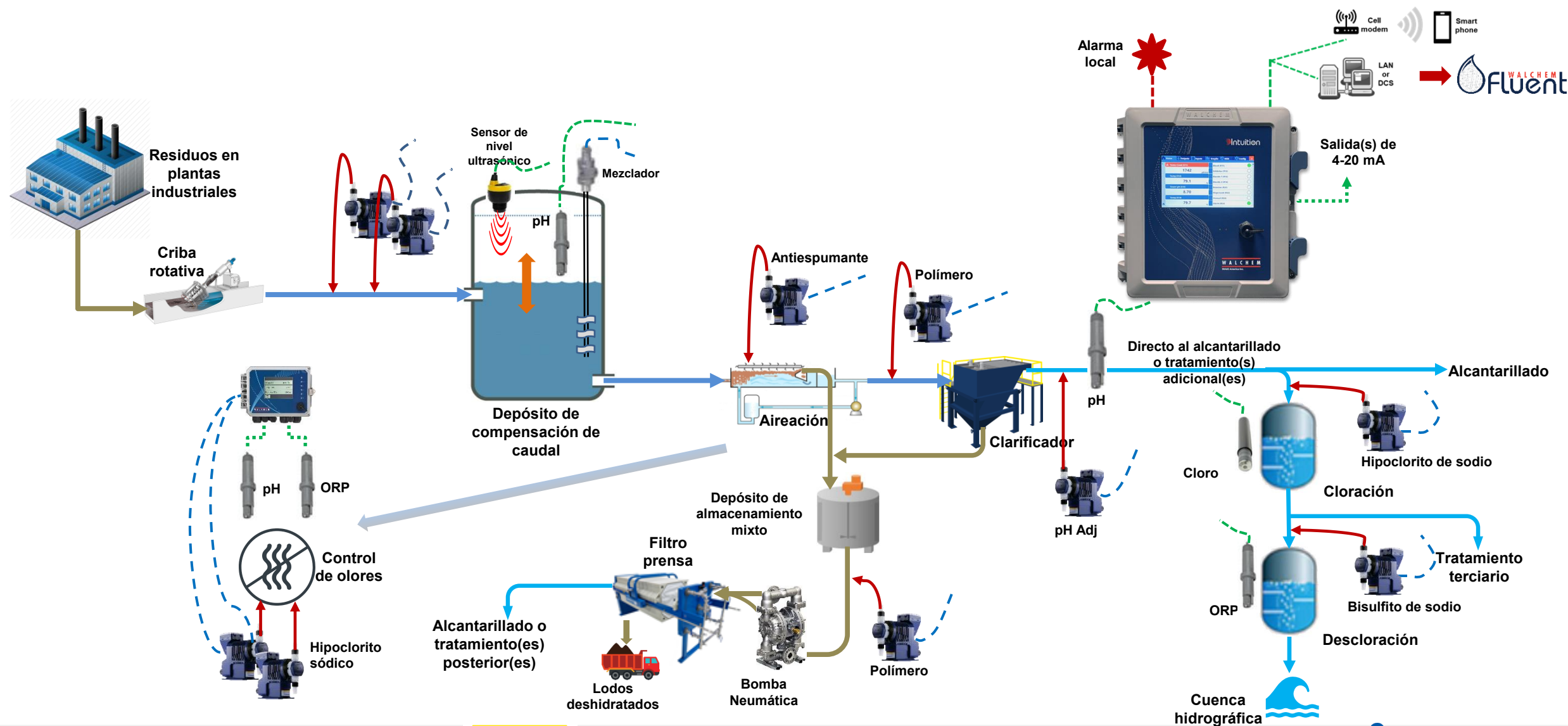
- *Mejor aprovechamiento de los recursos*

- **Mejor uso de la mano de obra**

- ☐ Permite un mejor uso de su capital humano para tareas y cuestiones más importantes y de mayor valor añadido

Mercados y aplicaciones

Aguas residuales: Instalación de tratamiento de aguas residuales



Mejora de la eficiencia operativa

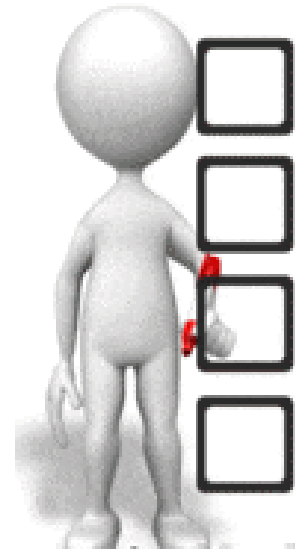
Resumen

- **Funcionamiento más robusto del proceso**
 - Mayor uniformidad en la velocidad de recubrimiento y estabilidad del baño
 - Acabado más uniforme
 - Permite operar dentro de un margen de proceso más ajustado
 - Mayor calidad general para satisfacer mejor las necesidades de sus clientes
- **Reducción de tiempo y costes**
 - Tanto en el tiempo y los gastos de las pruebas como en el mantenimiento general de los tanques
 - Mejoras en el consumo de agua, energía y productos químicos
 - Mayor vida útil de los equipos
- **Capacidad para ver datos en «tiempo real» y notificaciones de alarma**
 - Capacidad para responder rápidamente a una alteración del proceso
 - En cualquier lugar y en cualquier momento
 - Minimizar/eliminar el riesgo de incumplimiento de los permisos
- **Mayor eficiencia**
 - Liberar recursos para realizar otras tareas importantes y de valor añadido

Preguntas



GRACIAS



III FORO

RETOS Y TENDENCIAS EN TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

28 de mayo de 2026
Hotel Arima · San Sebastián

PROGRAMA

8:30-9:00	Registro
9:00-9:30	Inauguración de la Jornada. Sala Secuoya
9:30-10:15	BLOQUE Interreg SUDOE. Sala Secuoya
10:15-11:45	SESIÓN PLENARIA. Sala Secuoya
11:45 -12:15	Coffee break. Sala Mimosa
12:15-14:30	BLOQUE MONITORIZACIÓN. Sala Tamarindo BLOQUE SOSTENIBILIDAD. Sala Magnolia
11:45 -12:15	Cierre y Cocktail. Sala Mimosa
15:30-17:00	Visita a las instalaciones de CIDETEC Surface Engineering.

Organizado por:



Co-financiado por:



Co-funded by
the European Union