



76 condiciones vigiladas. El punto crítico se defiende con datos.

Diagnóstico continuo del proceso térmico completo — intercambiador, retención, desviación de flujo, servicios de calentamiento y enfriamiento, bombeo, homogeneizador y limpieza en sitio — comparando cada segundo lo medido contra el comportamiento propio del equipo y contra la receta declarada.

76

condiciones vigiladas por línea

≤ 4 meses

de anticipación según la falla

100 %

de las desviaciones del punto crítico, fechadas

0

conexiones a su red corporativa



Instalación tipo. El satélite en el tablero del pasteurizador, con sonda redundante propia en el punto crítico.

Por qué este sistema antes que ningún otro. La pasteurización es el único equipo de la planta donde una falla no se mide en pesos sino en producto retenido y en una auditoría. **Y la mayoría de las desviaciones del punto crítico no son del proceso: son de un intercambiador ensuciándose, una válvula de desviación lenta o una sonda que empezó a derivar** — las tres dejan rastro semanas antes. Además, cada arranque y cada limpieza tiran producto y consumen servicios; sin medirlos nadie sabe cuánto.

Cómo leer la confianza. **A** señal directa, física clara — accionable · **M** señal compartida por más de una causa: el sistema indica qué revisar · **B** indicio, no veredicto. Los plazos de anticipación son **objetivos de diseño**; cada confirmación de campo los convierte en estadística del propio sitio.

Predice, programa y genera la orden de trabajo.

Predice

Una desviación sostenida del comportamiento propio del equipo abre un diagnóstico con la señal de origen y su nivel de confianza.

Desviaciones desde el 5 % son detectables.

Órdenes de trabajo

Con la acción, la herramienta y la refacción; indica si la pieza está en el stock de sitio. La intervención se cierra con confirmación de campo y queda en bitácora.

Dice qué NO hacer

Cancela el mantenimiento preventivo sobre equipos sanos:

«no abras el intercambiador, el coeficiente sigue en su curva»

. Con tres personas y decenas de máquinas, el permiso para no hacer algo vale tanto como el aviso.

Dos señales antes de avisar

Un diagnóstico solo abre si dos señales independientes coinciden, o si una sola es físicamente inequívoca.

Cuantifica ignorar

El costo de posponer una intervención se acumula y se muestra *en pesos por litro pasteurizado*.

El equipo es suyo

Se vende, no se renta. Su historia completa vive en el disco del sitio —de por vida, a máxima resolución— y

sigue siendo suya aunque no renueve el servicio anual

Programa paros

Cada diagnóstico llega con ventana de intervención:

inmediata · esta semana · próxima semana · este mes

Se integra

Diagnósticos y órdenes de trabajo expuestos por API local en formato estándar desde el primer día. Conectores para

SAP PM, Fractal, MP Software, Maximo y Fiix

Recuerda

Expediente vivo por equipo: qué se le hizo, qué se encontró, qué falló antes y cuándo se cambió. Se llena solo con lo que pasa por el canal, y

deja constancia de cada intervención que usted ordenó y de lo que consiguió

— con números, no de memoria.

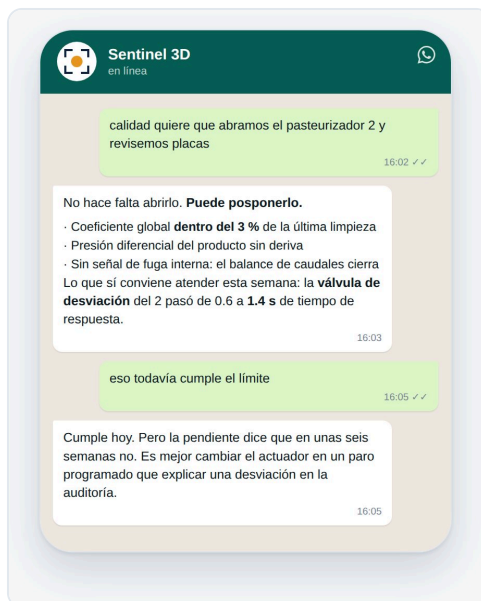
Protege desde el día uno

Temperatura del punto crítico baja, desviación de flujo, caudal fuera de banda y presión diferencial insuficiente: activos desde el primer minuto. El diagnóstico fino llega al completar la línea base,

de 2 a 4 semanas

Se vigila a sí mismo

Autodiagnóstico por componente: si un sensor falla, el sistema dice exactamente cuál. Y declara de forma permanente lo que no ve.



Quitar trabajo también es trabajo. Cancela el preventivo cuando el equipo está sano.

Sentinel le escribe. No hay pantalla que vigilar.

Sentinel es un contacto

Está en el grupo de mantenimiento de

WhatsApp

y habla en privado con cada quien. No hay que instalar nada, ni cambiar de red, ni aprender un sistema nuevo.

La bitácora se llena hablando

El técnico manda una nota de voz o una foto desde donde está y queda archivada contra ese equipo.

Con guantes nadie escribe.

Mensajes de texto

El respaldo que llega a cualquier celular

sin datos, sin app y sin red

. Si el enlace falla, los avisos siguen saliendo.

Semáforo y panel

Verde, ámbar y rojo en el tablero, legibles al pasar. Y las 76 condiciones completas en el navegador, con sus cinco estados:

Normal · En observación · Detectada · Requiere confirmar · Fuera de cobertura

Avisa a quien le toca

El padrón por especialidad decide el destinatario. El aviso llega con botones:

Voy en camino · No puedo · Ya está

. Si nadie acusa recibo en el plazo definido, escala al siguiente contacto.

Pregúntele

Una foto del display y una duda: contesta con lo que pasó en los milisegundos previos, no con el manual.

Código en cada equipo

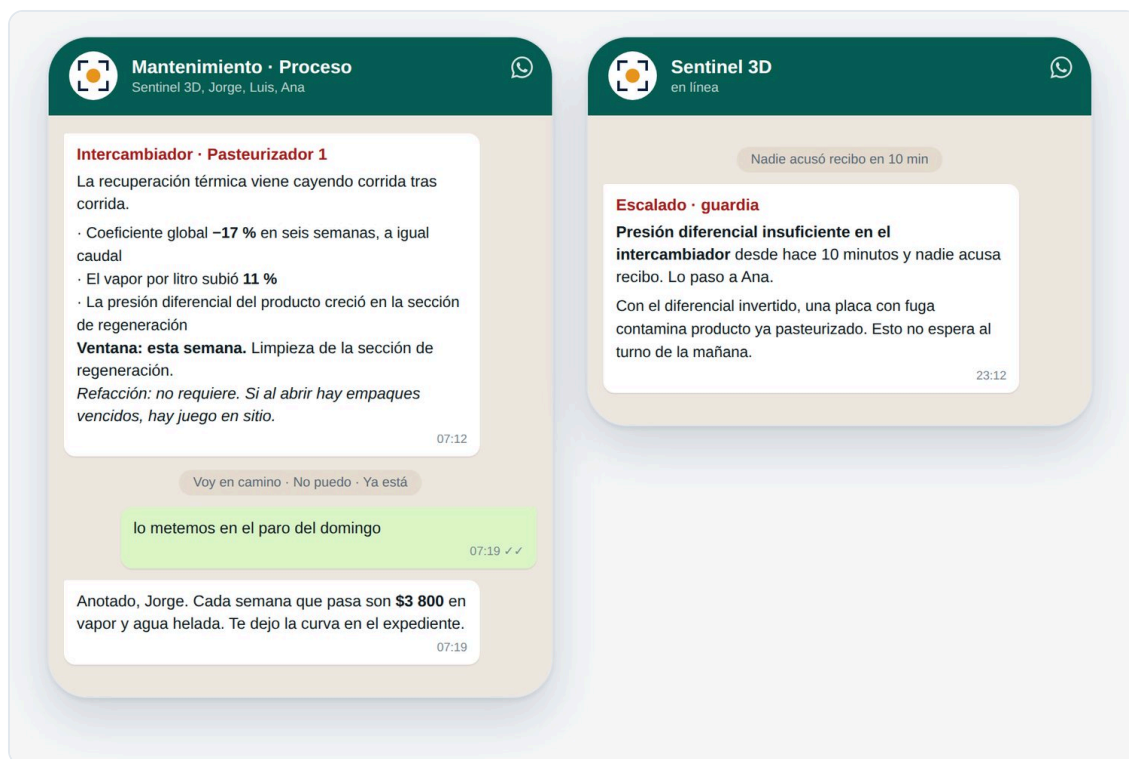
El código de la carátula identifica al nodo: se escanea desde el mismo chat y la orden, el descargo y la foto quedan archivados *contra el equipo correcto*.

Reporte semanal

Llega en PDF por mensaje al responsable de mantenimiento: qué cambió, qué está en observación, qué viene y

qué puede cancelarse porque el equipo está sano

. Se genera solo; él lo revisa, lo firma y lo reenvía.



Cómo llega y qué pasa si nadie contesta. El aviso lleva la falla, el plazo y la refacción; si nadie lo toma, escala solo.



Pregúntele. Y la bitácora se llena hablando: una nota de voz queda archivada contra ese equipo.

03 · CÓMO SE IMPLEMENTA

Tres componentes. Solo lectura.

1

Instrumentación

- Temperaturas del punto crítico y de cada sección, con sonda redundante independiente
- Caudal de producto con medidor externo, para el tiempo de retención real
- Presiones de producto y de servicio, y su diferencial
- Conductividad para ciclos de limpieza y transiciones de producto
- Vibración de bombas y homogeneizador, y visión térmica del tablero

2

Satélite

- Se instala junto al tablero existente; lee el variador —si expone puerto— y los sensores
- Calcula y guarda la historia localmente, a 1 dato por segundo
- Autónomo: sigue operando si se cae la comunicación
- Interruptor propio: no puede afectar a su equipo

3

Servidor de zona

- Recibe por radio de largo alcance; kilómetros, sin internet
- Atiende hasta 150 equipos
- Sin PC dedicada, sin Windows, sin antivirus
- No se conecta a su red: enlace propio, saliente y cifrado
- Disco en el sitio, de por vida: su historia vive aquí y la nube es solo respaldo

La instrumentación de Sentinel es **independiente y redundante**: no sustituye ni interviene el registro legal del punto crítico, lo contrasta. No se corta tubería sanitaria ni se modifica el control del equipo. **El sistema observa el equipo; no lo controla.**



Cómo se conecta todo. Un solo par trenzado en sitio, radio de largo alcance hasta la oficina, y una sola salida al exterior — que no pasa por su red.

04 · LAS 76 CONDICIONES, UNA A UNA

Qué se vigila, con qué señal, con cuánta anticipación.

1 · Punto crítico y seguridad del proceso 11 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
1 Temperatura de pasteurización por debajo del límite	Sonda del punto crítico contra la receta declarada, en continuo	A	Inmediato	El sistema deja el evento fechado y cuantificado
2 Desviación de flujo activada	Estado de la válvula de desviación con la temperatura del momento	A	Inmediato	Registrar el evento con lote, hora y duración
3 Válvula de desviación con tiempo de respuesta creciente	Retardo entre la orden y el cambio de posición efectivo	A	1 a 3 meses	Revisar actuador y aire antes de que falle en operación
4 Válvula de desviación sin prueba periódica	Ausencia de la prueba en el calendario del equipo	A	Semanal	La prueba omitida es el hallazgo de la auditoría
5 Tiempo de retención por debajo del diseño	Caudal real contra el volumen del tubo de retención	A	Inmediato	Con caudal alto no hay letalidad, aunque la temperatura esté bien
6 Letalidad acumulada insuficiente	Integración de temperatura y tiempo real del lote	A	Por lote	Es la medida honesta del proceso, no la consigna
7 Presión diferencial insuficiente en el intercambiador	Diferencia entre lado producto y lado servicio	A	Inmediato	Sin ella, una fuga contamina producto pasteurizado
8 Sonda del punto crítico en deriva	Contraste contra la sonda redundante y contra el comportamiento térmico	A	Semanas	Calibrar: todo el expediente depende de esta sonda
9 Sonda del punto crítico sin calibración vigente	Fecha de la última calibración contra el programa	A	Continuo	Es lo primero que pide el auditor
10 Producto retenido por desviación	Volumen procesado durante el evento, calculado del caudal	A	Por evento	Cuantificar la pérdida en lugar de estimarla
11 Registro del punto crítico incompleto	Continuidad de la señal durante toda la corrida	A	Inmediato	Un hueco en el registro es un lote sin defensa

2 · Intercambiador de calor 8 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
12 Ensuciamiento del intercambiador	Coeficiente global decreciente a igual caudal y salto térmico	A	1 a 3 meses	Programar limpieza antes de perder capacidad
13 Recuperación térmica decreciente	Calor recuperado en la sección de regeneración contra el diseño	A	Meses	Cada punto de recuperación perdido es vapor y agua helada

14	Presión diferencial del producto creciente	Caída de presión por la sección contra la línea base limpia	A	Semanas	Ensuciamiento o placa deformada
15	Fuga interna entre secciones	Balance de caudales y conductividad del lado servicio	A	Inmediato	Riesgo sanitario: aislar la línea
16	Empaque de placa degradado	Fuga externa detectada por patrón térmico y por reposiciones	A	Meses	Programar cambio de empaques por uso
17	Placa perforada	Caída súbita de la presión diferencial con contaminación cruzada	A	Inmediato	Sacar de servicio y presurizar para localizar
18	Apriete del paquete de placas fuera de rango	Dimensión del paquete contra la especificación, con fugas asociadas	M	Meses	Reapretar según el fabricante
19	Distribución desigual entre secciones	Salto térmicos dispares entre secciones a igual carga	M	Semanas	Revisar placas y su arreglo

3 · Servicios de calentamiento

8 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
20 Presión de vapor fuera de banda	Presión en la estación reductora contra la requerida	A	Inmediato	Revisar el generador y la red antes de culpar al equipo
21 Trampa de vapor fallada abierta	Temperatura de descarga elevada y consumo por encima de la línea base	A	Semanas	Cada trampa abierta tira vapor las 24 horas
22 Trampa de vapor fallada cerrada	Condensado acumulado con caída de la transferencia	A	Días	Golpe de ariete y pérdida de capacidad
23 Válvula de control de vapor con histéresis	Respuesta real contra la orden, en rampa y en régimen	A	Meses	Provoca oscilación en el punto crítico
24 Oscilación del lazo de temperatura	Amplitud de oscilación alrededor de la consigna	A	Días	Resintonizar: cada oscilación acerca la desviación
25 Consumo de vapor por litro procesado	Vapor entre producto pasteurizado, seguido en el tiempo	A	Continuo	Sube antes de que nada falle
26 Agua caliente de circuito cerrado fuera de banda	Temperatura del circuito contra la consigna y la carga	A	Días	Revisar bomba y control del circuito
27 Fuga en el circuito de agua caliente	Reposiciones por encima de la línea base	M	Semanas	Localizar antes de perder tratamiento

4 · Servicios de enfriamiento

6 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
28 Temperatura de agua helada por encima de la consigna	Suministro contra la requerida por la sección de enfriamiento	A	Inmediato	El producto sale caliente y se va la vida de anaquel
29 Caudal de agua helada insuficiente	Caudal medido contra el de diseño de la sección	A	Días	Revisar bombeo, filtros y válvulas
30 Sección de enfriamiento ensuciada	Salto térmico decreciente a igual caudal de servicio	A	1 a 3 meses	Limpieza de la sección fría
31 Temperatura de salida de producto fuera de banda	Sonda de salida contra el rango del proceso siguiente	A	Inmediato	Afecta llenado, empaque y vida útil
32 Consumo de refrigeración por litro procesado	Energía térmica retirada entre producto, en el tiempo	A	Continuo	Detecta ensuciamiento antes que cualquier alarma
33 Glicol con concentración fuera de rango	Conductividad y punto de congelación del circuito	M	Meses	Revisar dilución del circuito

5 · Bombeo, homogeneizador y flujo

12 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
34 Caudal fuera de la banda del proceso	Caudalímetro contra la receta del producto	A	Inmediato	Afecta directamente el tiempo de retención

35	Bomba de alimentación degradada	Presión y caudal contra la curva propia del equipo	A	1 a 3 meses	Revisar impulsor, sello y desgaste interno
36	Cavitación de la bomba de producto	Firma de banda ancha en la vibración con caída de presión	A	Días	Revisar succión, nivel del tanque y filtro
37	Sello sanitario en degradación	Vibración y temperatura del alojamiento crecientes	A	Semanas	Cambiar sello antes de la fuga: es tema sanitario
38	Bomba de desplazamiento positivo con holgura	Caudal decreciente a iguales revoluciones	M	Meses	Revisar rotores y holguras
39	Presión de homogeneización fuera de receta	Presión de primera y segunda etapa contra la declarada	A	Inmediato	Afecta estabilidad y textura del producto
40	Válvula de homogeneización desgastada	Presión alcanzada contra la posición del actuador	A	1 a 3 meses	Cambiar asiento y vástago
41	Pistones del homogeneizador con fuga	Corriente y pulsación de presión contra la línea base	A	Meses	Revisar empaques de alta presión
42	Aceite del homogeneizador degradado	Temperatura y horas acumuladas contra el intervalo	M	Meses	Cambiar por condición, no por calendario
43	Vibración anómala del cigüeñal	Envoltorio de vibración contra la línea base propia	A	2 a 4 meses	Programar servicio antes del paro de línea
44	Golpe de ariete en la línea de producto	Transitorio de presión en maniobras de válvula	M	Semanas	Ajustar tiempos de válvula
45	Aire arrastrado en la línea	Pulsación de caudal y presión con patrón característico	M	Días	Revisar nivel del tanque de balance

6 · Limpieza en sitio y sanidad

9 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
46 Temperatura de limpieza por debajo del protocolo	Sonda de retorno contra la receta de limpieza	A	Por ciclo	Una limpieza tibia no limpia y sí cuesta
47 Concentración de solución fuera de rango	Conductividad del circuito contra la banda del protocolo	A	Por ciclo	Revisar dosificación y tanques
48 Tiempo de circulación acortado	Duración real de cada fase contra el protocolo	A	Por ciclo	El operador acortó el ciclo: queda registrado
49 Caudal de limpieza insuficiente	Caudal contra el mínimo para régimen turbulento	A	Por ciclo	Sin turbulencia no hay arrastre
50 Enjuague final incompleto	Conductividad del agua de enjuague al cierre del ciclo	A	Por ciclo	Riesgo de residuo químico en producto
51 Consumo de químicos por ciclo anómalo	Producto consumido contra la línea base del ciclo	A	Semanas	Fuga, dosificación o ciclo mal ejecutado
52 Agua y energía por ciclo de limpieza	Recursos consumidos por ciclo, seguidos en el tiempo	A	Continuo	Aquí se esconde un costo que nadie mide
53 Frecuencia de limpieza por reloj	Ciclos ejecutados contra el ensuciamiento realmente medido	A	Continuo	Limpiar por condición y no por calendario
54 Ciclo de limpieza abortado	Interrupción del ciclo con marca de tiempo y fase	A	Inmediato	Un ciclo abortado deja la línea sin liberar

7 · Producción, arranques y pérdidas

7 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
55 Producto perdido en el arranque	Volumen desplazado hasta alcanzar régimen, por corrida	A	Por corrida	Reducir el agua-producto de arranque
56 Producto perdido en el cambio de sabor	Volumen de transición medido por conductividad	A	Por cambio	Programar la secuencia de sabores por pérdida real

57	Tiempo de arranque hasta régimen	Minutos hasta estabilizar temperatura y caudal	A	Por corrida	Es tiempo de línea que no produce
58	Micro paros no registrados	Paros y rearranques de segundos que nadie anota	A	Continuo	Investigar la causa antes de que crezca
59	Corridas por debajo de la capacidad nominal	Caudal real contra el de diseño, integrado en el tiempo	A	Continuo	Con la causa de cada desviación
60	Receta modificada sin registro	Cambio de consignas detectado con fecha, hora y turno	A	Inmediato	Quién ajustó qué, y cuándo
61	Costo energético por litro pasteurizado	Vapor, refrigeración y electricidad entre producto entregado	A	Continuo	Es el indicador maestro de la línea

8 · Alimentación eléctrica y tablero

8 condiciones

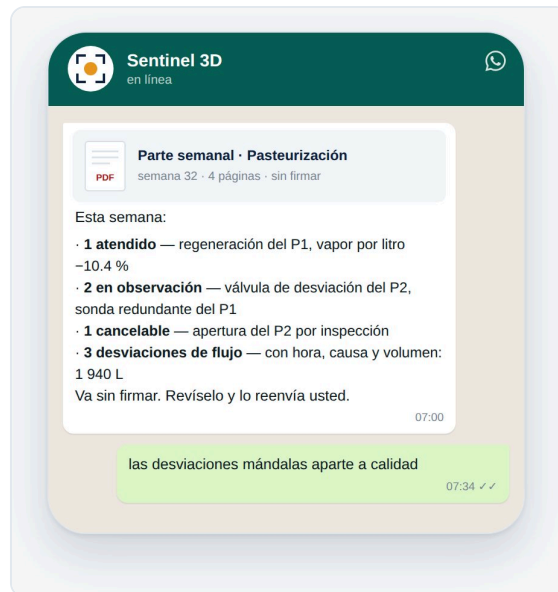
# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
62 Desbalance de tensión entre fases	Comparación de las tres tensiones de línea en el tablero	A	Semanas	Revisar acometida y cargas monofásicas
63 Desbalance de corriente del motor	Diferencia entre las tres corrientes contra la línea base	A	Semanas	Revisar conexiones y bobinado
64 Fuga a tierra creciente	Descomposición resistiva y capacitiva de la corriente residual	A	1 a 3 meses	El lavado de piso llega al tablero por aquí
65 Punto caliente en borne o barra	Matriz infrarroja continua: elevación contra la corriente medida	A	Semanas	Reapretar en paro programado
66 Humedad y condensación en el tablero	Cruce de temperatura y humedad contra el punto de rocío calculado	A	Semanas	En zona húmeda de alimentos es la falla número uno
67 Contactor con resistencia de contacto creciente	Dispersión entre polos y rebote en el transitorio de cierre	A	1 a 3 meses	Cambiar contactor
68 Huecos de tensión de la red	Caídas de milisegundos con su profundidad y duración, fechadas	A	Inmediato	Explican la desviación que nadie supo justificar
69 Variador de bomba degradado	Corriente de entrada contra corriente de salida del accionamiento	M	Meses	Revisar etapa de potencia

9 · Salud del propio sistema de monitoreo

7 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
70 Nodo sin reportar	Ausencia en el sondeo del servidor de zona	A	Inmediato	Revisar energía y enlace
71 Enlace de radio degradado	Relación señal a ruido contra la línea base de instalación	A	Semanas	Revisar antena y obstrucciones
72 Sensor fuera de rango eléctrico	Lectura fuera del rango válido del lazo	A	Inmediato	Revisar sensor y cableado
73 Sonda de proceso descalibrada	Deriva contra su redundante y contra el comportamiento térmico	A	Semanas	Aquí medio grado cambia la liberación del lote
74 Reloj del nodo desincronizado	Contraste contra la referencia del servidor	A	Inmediato	El expediente del punto crítico exige hora confiable
75 Pérdida de contacto con el sitio	Latido vigilado desde fuera de la planta	A	20 minutos	Avisar y revisar energía del sitio
76 Hueco en la cobertura	Periodo en que una señal no estuvo disponible	A	Continuo	Declarado, nunca interpolado

Además de las fallas, el sistema entrega: la letalidad acumulada de cada lote calculada de la temperatura y el tiempo de retención reales, la recuperación térmica del intercambiador seguida en el tiempo, el costo energético y de producto de cada arranque y de cada limpieza, y el expediente del punto crítico: cada desviación, cada desviación de flujo y cada intervención, con fecha, hora y contexto — listo para la auditoría, sin buscar en carpetas.



El parte semanal llega sin firmar, para que el responsable lo revise, lo firme y lo reenvíe.

Solicite la evaluación de su sistema. Una evaluación no es una cotización: es entender qué sistema tiene, qué se puede anticipar en él y qué no. · info@3dddvision.com · [+52 55 73 40 10 91](tel:+525573401091) · www.3dddvision.com