



Condor Analítica Predictiva

Documento Técnico Comercial
SCD Servicios Informáticos
Versión 1.0 — Mayo 2026

Tabla de contenido

1. Introducción	3
2. Arquitectura general	4
3. Pipeline predictivo	5
4. Motor Predictivo	6
4.1 Modelos por capas	6
4.2 Normalización 0-100.....	6
5. Modalidades de despliegue del Motor Predictivo	7
5.1 Escalabilidad a plataformas analíticas	7
6. Rol del Data Science.....	8
6.1 Ciclo de trabajo del Data Scientist	8
6.2 Separación de roles.....	8
7. Scoring de riesgo y explicabilidad	10
7.1 Composición del risk score	10
7.2 Niveles de riesgo	10
7.3 Explicabilidad: top driver	10
8. Resiliencia y continuidad operativa	11
9. Integración con el ecosistema Condor	12
9.1 Condor Edge Industrial	12
9.2 Condor Plataforma Web	12
9.3 Flujo integrado.....	12
10. Control de versiones del documento	13

1. Introducción

Condor Analítica Predictiva es una plataforma de analítica predictiva industrial desarrollada por SCD Servicios Informáticos que transforma datos operativos en inteligencia accionable. Permite detectar de forma temprana degradaciones, anomalías y condiciones de riesgo en equipos críticos, antes de que se conviertan en fallas costosas o paradas no planificadas.

La solución combina técnicas de Machine Learning con conocimiento operacional (OT) y contexto de proceso para generar un scoring de riesgo unificado, explicable y accionable. No se trata de un modelo ML aislado, sino de una plataforma inteligente distribuida que integra detección matemática, reglas de ingeniería, contexto operativo y orquestación edge.

Condor Analítica Predictiva se integra nativamente con Condor Edge Industrial y Condor Plataforma Web, formando parte del ecosistema Condor Suite. Puede desplegarse en modalidad SaaS, Cloud o On-Site, y escalar a plataformas analíticas como Azure, AWS o Google Cloud.

2. Arquitectura general

La arquitectura de Condor Analítica Predictiva se organiza en cuatro capas funcionales, cada una con responsabilidades claramente delimitadas. El diseño garantiza separación de responsabilidades: cada componente hace una sola cosa y la hace bien.

Capa	Descripción
Fuentes de datos industriales	PLCs, SCADAs, historians, sensores y sistemas de control que generan las variables operativas del proceso.
Condor Edge Industrial	Runtime OT inteligente. Adquiere datos, enriquece señales con variables calculadas, evalúa reglas operacionales, orquesta el pipeline predictivo completo y calcula el scoring de riesgo final. Opera en el borde, sin depender de conectividad.
Motor Predictivo	Capa de Machine Learning. Ejecuta modelos de detección de anomalías y clasificación de fallas. Entrega scores normalizados al Edge para su fusión con el contexto operacional. Desplegable como SaaS, Cloud u On-Site.
Plataforma de visualización	Dashboards operacionales, alarmas, heatmaps, timelines, notificaciones y gestión. Recibe el paquete completo autocontenido y no necesita recalcular nada.

El flujo de datos es unidireccional: las fuentes industriales alimentan al Edge, el Edge consulta al Motor Predictivo, fusiona toda la información y publica el resultado completo a la plataforma de visualización. Condor Edge actúa como orquestador central de todo el pipeline.

3. Pipeline predictivo

El pipeline predictivo es el corazón de Condor Analítica Predictiva. Se ejecuta de forma secuencial dentro de Condor Edge, donde cada etapa tiene una responsabilidad única y consume las salidas de la etapa anterior.

#	Etapa	Responsabilidad
1	Enriquecimiento OT	Transforma señales crudas en variables industriales enriquecidas: diferenciales de presión, tendencias de vibración, ratios de eficiencia, tasas de cambio, variaciones de ciclo.
2	Scoring ML	Envía las variables enriquecidas al Motor Predictivo y recibe scores normalizados (0-100) por cada capa de modelo activa.
3	Contexto operativo	Evalúa el comportamiento del equipo contra la receta operativa activa. Calcula la desviación respecto a los rangos esperados e identifica la variable más crítica (top driver).
4	Reglas operacionales	Aplica lógica definida por ingenieros de planta y mantenimiento para ajustar el scoring según conocimiento OT: condiciones combinadas de variables que modifican el nivel de riesgo.
5	Cálculo de riesgo final	Fusiona los scores de ML, contexto operativo y reglas en un risk_score único (0-100), normalizado y con nivel de riesgo asociado.
6	Publicación	Envía el paquete completo y autocontenido a la plataforma de visualización con toda la trazabilidad del cálculo.

Cada etapa es opcional excepto el enriquecimiento OT. Si una etapa está deshabilitada, el pipeline la salta y continúa con la siguiente. Esto permite incorporar equipos de forma progresiva: primero solo con reglas OT, luego con modelos de anomalía, y finalmente con el pipeline completo.

4. Motor Predictivo

El Motor Predictivo es la capa de Machine Learning de la plataforma. Su responsabilidad es ejecutar inferencia pura: recibir variables enriquecidas y devolver scores normalizados. No toma decisiones operacionales; esa responsabilidad es de Condor Edge.

4.1 Modelos por capas

El Motor Predictivo trabaja con un enfoque de capas complementarias, donde cada capa aporta un tipo distinto de inteligencia:

Capa	Técnica	Función
Detección de anomalías	Modelos no supervisados (disponible desde el día 1, sin datos etiquetados)	Detecta comportamientos atípicos: "algo fuera de lo normal está ocurriendo". No requiere historial de fallas.
Clasificación de fallas	Modelos supervisados (requiere datos de fallas etiquetados)	Identifica patrones de fallas conocidas: "esto se parece a una falla que ya ocurrió". Se entrena con datos históricos de eventos.
Vida útil remanente	Modelos de degradación	Estima cuánto tiempo queda antes de que el equipo requiera intervención.

4.2 Normalización 0-100

Cada modelo entrega sus resultados en escalas distintas. El Motor Predictivo normaliza todos los outputs a una escala unificada de 0 a 100 antes de entregarlos a Condor Edge. Esto desacopla completamente la capa de ML de la capa operacional: el Edge siempre recibe el mismo formato, independientemente del algoritmo utilizado.

Esta decisión arquitectónica permite cambiar o evolucionar los modelos sin impactar la lógica de scoring ni la configuración del Edge.

5. Modalidades de despliegue del Motor Predictivo

El Motor Predictivo puede desplegarse en tres modalidades, adaptándose a los requerimientos de infraestructura, seguridad y conectividad de cada cliente:

Modalidad	Descripción
SaaS	Gestionado íntegramente por SCD. El cliente no necesita infraestructura propia para el motor ML. Acceso inmediato, mantenimiento y actualizaciones incluidas.
Cloud	Instancia dedicada en la nube del cliente (Azure, AWS o Google Cloud). Control total sobre la infraestructura. Ideal para organizaciones con políticas cloud propias.
On-Site	Instalación local en servidores del cliente. Los datos y modelos no salen de la planta. Ideal para entornos con restricciones de conectividad o políticas de seguridad estrictas.

5.1 Escalabilidad a plataformas analíticas

La arquitectura está diseñada para escalar progresivamente. A medida que los requerimientos crecen, el Motor Predictivo puede evolucionar hacia plataformas analíticas cloud de mayor capacidad:

Plataforma	Capacidades
Microsoft Azure	Azure Machine Learning para entrenamiento, despliegue y monitoreo de modelos a escala. Integración con Azure IoT.
Amazon Web Services	AWS SageMaker para pipelines de ML gestionados, entrenamiento distribuido y endpoints de inferencia escalables.
Google Cloud	Vertex AI para ML gestionado, AutoML, y despliegue de modelos con escalado automático.

Esta escalabilidad es progresiva: se puede comenzar con un despliegue On-Site para la POC, migrar a Cloud cuando se requiera mayor capacidad, y escalar a una plataforma analítica completa cuando el volumen de equipos y modelos lo justifique.

6. Rol del Data Science

El trabajo del equipo de Data Science es una pieza fundamental de Condor Analítica Predictiva. Los modelos de Machine Learning no se generan de forma automática: requieren un proceso riguroso de análisis, experimentación y validación liderado por especialistas en ciencia de datos con conocimiento del dominio industrial.

6.1 Ciclo de trabajo del Data Scientist

El proceso de ciencia de datos sigue un ciclo estructurado para cada equipo o familia de activos:

- **Conexión a fuentes de datos:** el Data Scientist se conecta a los historians y bases de datos del cliente para acceder al historial operativo del equipo. Se extraen series temporales con meses o años de datos según disponibilidad.
- **Análisis exploratorio (EDA):** se analizan las variables operativas, se identifican patrones, correlaciones, distribuciones, estacionalidades, outliers y períodos de interés (arranques, paradas, eventos de falla).
- **Feature engineering OT:** se construyen variables derivadas con significado industrial: diferenciales de presión, tendencias de vibración, ratios de eficiencia, tasas de degradación. Este paso combina conocimiento de ciencia de datos con conocimiento de ingeniería de proceso.
- **Entrenamiento de modelos:** se entrenan y comparan múltiples algoritmos y configuraciones. Cada experimento se registra con sus métricas, parámetros y resultados para garantizar trazabilidad y reproducibilidad.
- **Validación y calibración:** se valida el modelo contra datos históricos y eventos conocidos. Se calibran los umbrales para minimizar falsos positivos y falsos negativos en el contexto operativo real.
- **Despliegue:** el modelo validado se exporta y despliega en el Motor Predictivo para inferencia en tiempo real. Condor Edge comienza a consumirlo de forma inmediata.
- **Monitoreo y reentrenamiento:** se monitorea la precisión del modelo en producción y se reentrena periódicamente con datos nuevos para mantener su efectividad ante cambios en las condiciones operativas.

6.2 Separación de roles

La arquitectura define una separación clara de responsabilidades entre actores:

Actor	Responsabilidad
Data Scientist	Analiza datos históricos, construye features, entrena modelos, valida y despliega. Se ocupa de que cada modelo sea preciso y normalice su output a 0-100.
Ingeniero de OT / Proceso	Define las reglas operacionales y las recetas de contexto basadas en su conocimiento de la planta. Aporta criterio industrial que ningún modelo puede reemplazar.
Condor Edge	Orquesta el pipeline completo, fusiona ML con conocimiento OT y calcula el scoring de riesgo final.

Plataforma	Visualiza resultados, genera alarmas, envía notificaciones y permite la gestión operacional.
-------------------	--

7. Scoring de riesgo y explicabilidad

El scoring de riesgo es el resultado final del pipeline predictivo. Condor Edge fusiona las salidas de ML, el contexto operativo y las reglas OT en un único indicador normalizado que permite tomar decisiones de mantenimiento basadas en datos.

7.1 Composición del risk score

El risk score se calcula como un promedio ponderado dinámico de los componentes activos:

Componente	Origen	Condición de activación
Anomaly score	Modelo de detección de anomalías (0-100)	Motor Predictivo activo
Failure score	Modelo supervisado de fallas (0-100)	Modelo supervisado disponible
Deviation score	Desviación respecto a receta operativa (0-100)	Receta operativa activa

Los pesos de cada componente son configurables por equipo. Si un componente no está activo, se redistribuyen automáticamente los pesos entre los activos. Sobre este base score se aplican las reglas operacionales (sumas, multiplicadores, pisos mínimos u overrides) y se limita el resultado final al rango 0-100.

7.2 Niveles de riesgo

Nivel	Risk Score	Acción recomendada
Normal	< 50	Operación normal. Sin alertas.
Warning	50 – 80	Alerta preventiva. Planificar inspección del equipo.
Critical	> 80	Acción de mantenimiento recomendada. Riesgo elevado de falla.

Los umbrales son configurables por equipo y por tipo de activo, permitiéndose adaptar a la criticidad de cada máquina.

7.3 Explicabilidad: top driver

El sistema no solo indica que hay riesgo, sino que explica por qué. El top driver identifica la variable operativa que más se está desviando de su comportamiento esperado. Esto permite al operador enfocar su atención y tomar decisiones informadas. El top driver cambia dinámicamente según el contexto operativo activo.

8. Resiliencia y continuidad operativa

Condor Analítica Predictiva está diseñado para operar en entornos industriales reales donde la conectividad no es perfecta y los servicios pueden no estar disponibles. La plataforma garantiza que el pipeline nunca se detiene y que ningún dato se pierde.

- **Fallback del Motor Predictivo:** si el Motor Predictivo no responde, el pipeline continúa funcionando. Puede usar la última predicción válida o calcular el scoring exclusivamente con reglas OT y contexto operativo.
- **Store-and-forward:** si la plataforma de visualización no está disponible, los datos se almacenan localmente y se envían automáticamente cuando se restablece la conexión, preservando los timestamps originales.
- **Circuit breaker:** para despliegues del Motor Predictivo en la nube, se implementa un circuit breaker que evita llamadas inútiles cuando el servicio está caído, reduciendo latencia y consumo de recursos.
- **Operación autónoma:** Condor Edge puede operar de forma completamente autónoma sin depender de servicios externos. Todo el scoring se calcula localmente.

9. Integración con el ecosistema Condor

Condor Analítica Predictiva se integra nativamente con los otros productos de la suite Condor:

9.1 Condor Edge Industrial

Condor Edge es el orquestador del pipeline predictivo. Adquiere datos de planta, ejecuta el enriquecimiento OT, consulta al Motor Predictivo, evalúa reglas y recetas, calcula el risk score final y publica el resultado. Todo el procesamiento crítico se ejecuta en el borde, garantizando baja latencia e independencia de la conectividad.

9.2 Condor Plataforma Web

La plataforma web recibe el paquete completo y autocontenido publicado por Condor Edge. Proporciona dashboards operacionales, alarmas basadas en el nivel de riesgo, heatmaps, timelines, ETA predictivos y notificaciones. No necesita recalcular nada: toda la inteligencia ya viene procesada desde el Edge.

9.3 Flujo integrado

El flujo completo desde la adquisición del dato hasta la alerta al operador es: los equipos industriales envían datos a Condor Edge, el Edge ejecuta el pipeline predictivo completo, publica a la plataforma web, y la plataforma genera alarmas y notificaciones. Cada componente tiene una responsabilidad única y bien definida.

10. Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Cambios
1.0	Mayo 2026	Versión inicial. Arquitectura, pipeline predictivo, motor ML, modalidades de despliegue, Data Science, scoring de riesgo, resiliencia, integración.
1.1	—	(Reservado para próxima actualización)