



DETECCIÓN DE ANOMALÍAS DE SEÑALES DE
OPERACIÓN EN TURBINAS DE GENERACIÓN
ELÉCTRICA

Por:
Carlos A. Ríos

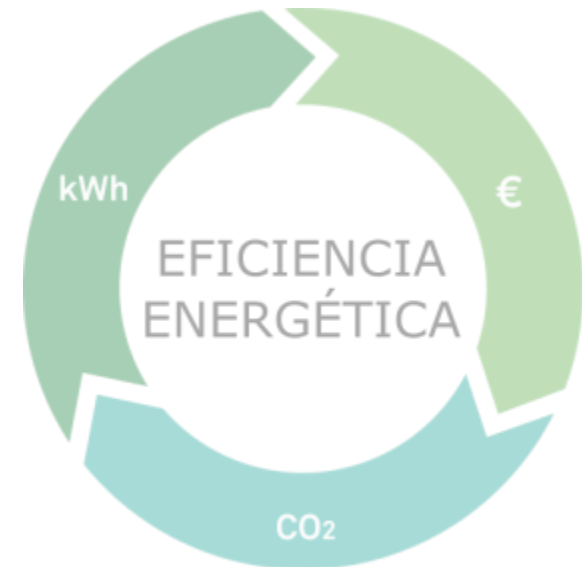
uol/a

Introducción:

Confiabilidad de Equipo de alta criticidad, Turbina GE-LM2500

1. Gestión de la energía

En el actual panorama empresarial, la industria petrolera ecuatoriana se enfrenta a desafíos en la gestión de energía y mantenimiento de equipos críticos. Para abordar estos desafíos, se propone implementar soluciones basadas en analítica de datos y aprendizaje automático. Específicamente, se busca desarrollar un sistema de detección de anomalías utilizando tecnologías avanzadas y datos de monitoreo para optimizar la gestión de turbinas eléctricas. Este enfoque tiene como objetivo mejorar la eficiencia operativa, reducir los costos de mantenimiento y mejorar los indicadores de rendimiento energético al predecir y prevenir paradas no programadas en las operaciones petroleras.



Revisión Literaria:

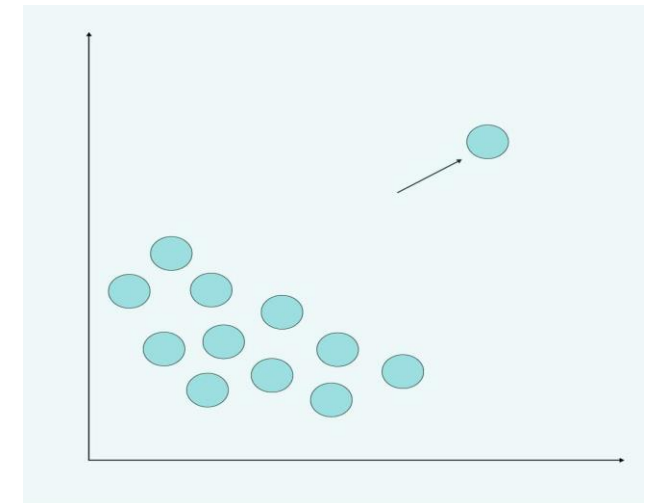
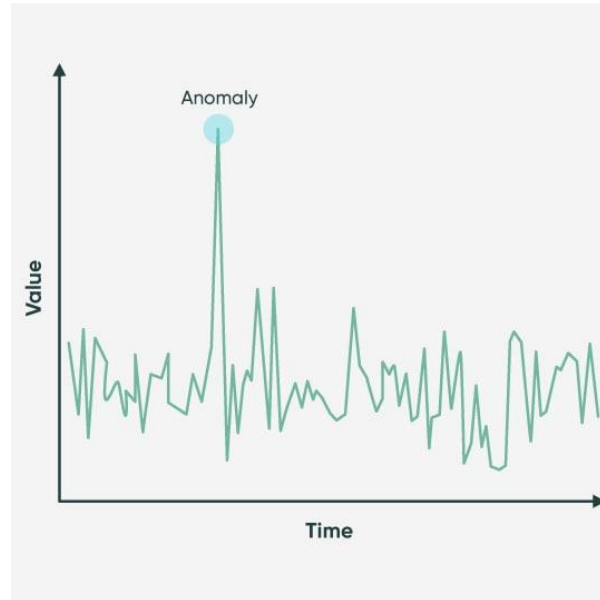
Detección de anomalías en las señales de operación de la turbina

2. Aprendizaje automático

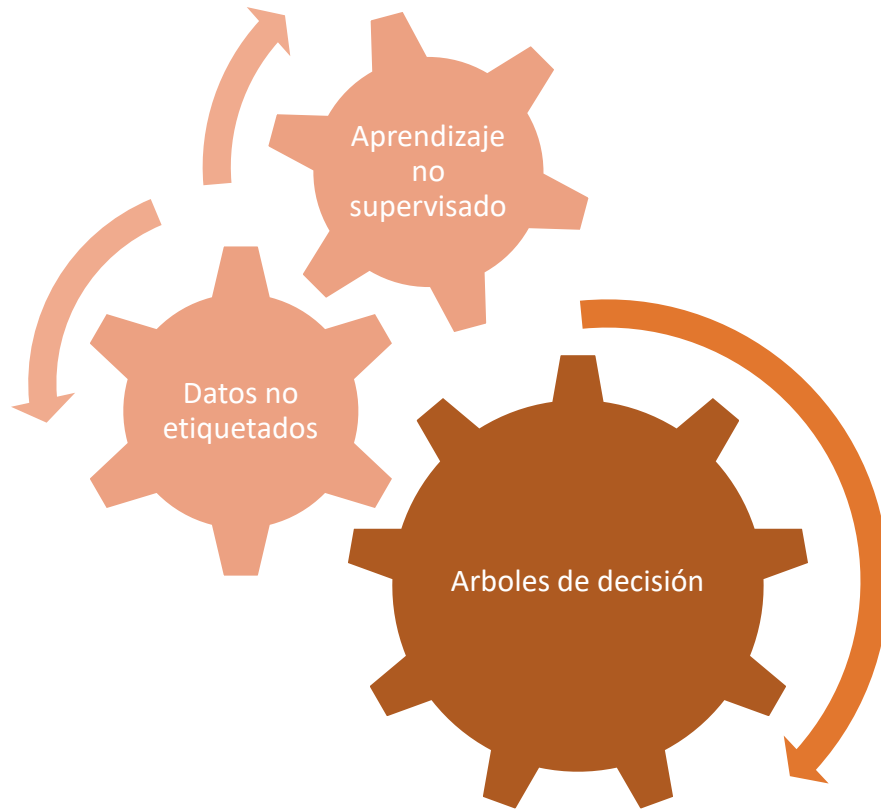
Detección de anomalías

Se puede entender como la actividad de distinguir y discriminar los elementos dentro de un conjunto establecido que no se ajustan a la conducta, tendencia o patrón común que la mayoría de los elementos siguen.

Dentro del campo del aprendizaje automático y la estadística, la detección de anomalías es una técnica que se utiliza para identificar estos patrones inusuales o atípicos en un marco referencial de un conjunto de datos



2. Modelo de aprendizaje automático



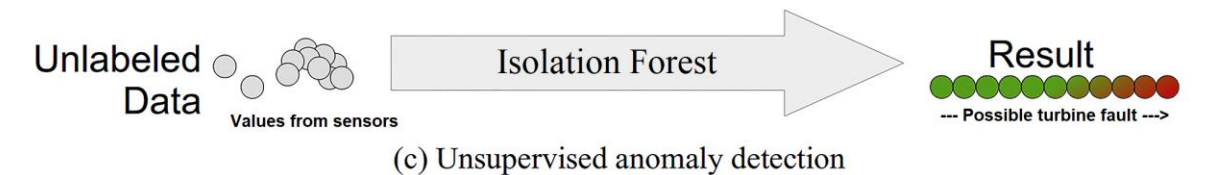
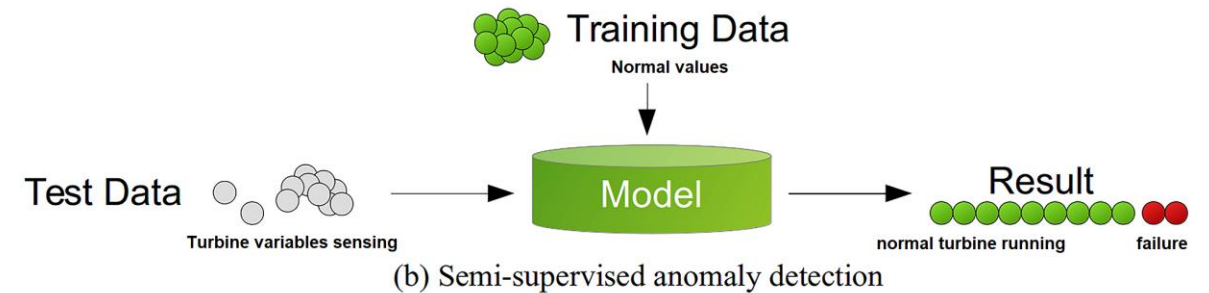
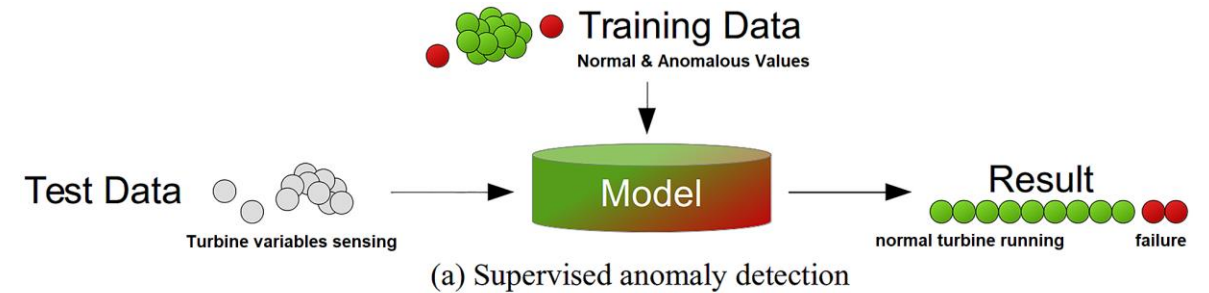
Isolation Forest

- Identificación de fallas en sistemas, donde es importante identificar eventos inusuales o comportamientos anómalos en medio de datos normales.
- Se enfoca en aislar las anomalías directamente.
- El algoritmo funciona construyendo un conjunto de árboles de decisión de forma aleatoria y utiliza estos árboles para dividir repetidamente el conjunto de datos en subconjuntos.

2. Aprendizaje Automático

Categorías de Detección

La detección de anomalías generalmente se utiliza en conjuntos de datos no etiquetados, centrándose únicamente en la estructura interna de los datos. Es a este desafío al que se le denomina detección de anomalías no supervisada.



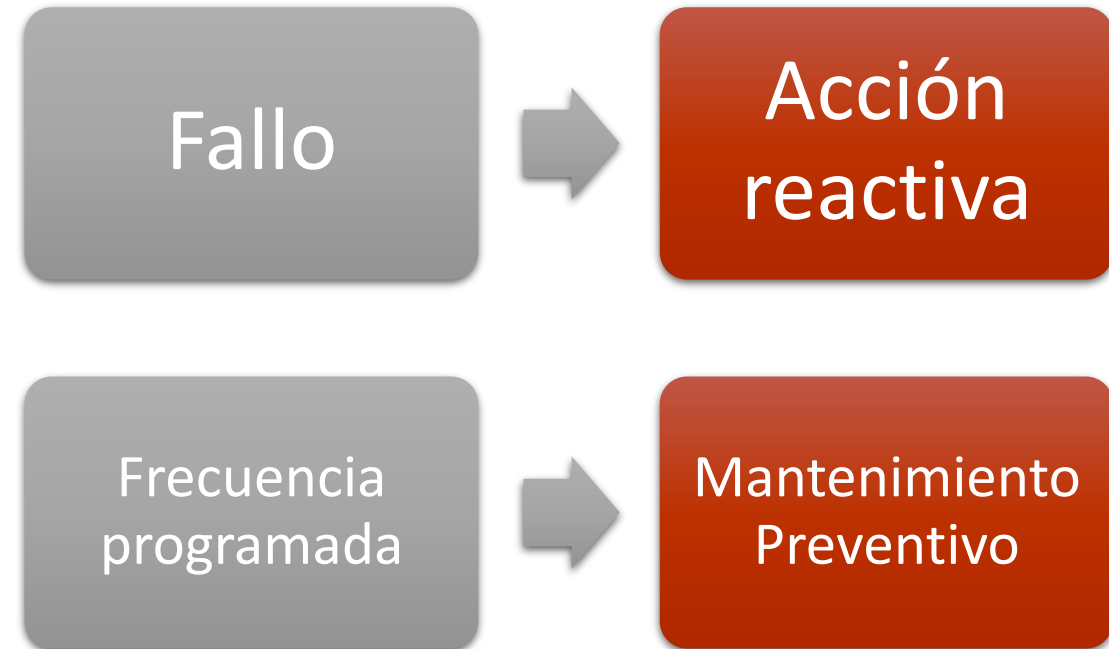
Descripción del
problema:

Supervisión y
Mantenimiento



3. Gestión de Mantenimiento

En el contexto de las plantas petroleras, el mantenimiento de turbinas de generación eléctrica es costoso y tradicionalmente se basa en intervalos de tiempo predefinidos, lo que puede llevar a interrupciones no planificadas y no aprovecha la tecnología actual. En el departamento de Generación Eléctrica de las facilidades del sur, se realiza un monitoreo continuo de las variables de proceso y sensores de salvaguarda. Este proyecto se enfoca en detectar anomalías en estas señales mediante técnicas de análisis de datos y aprendizaje automático, como Isolation Forest. El objetivo es mejorar la eficiencia operativa, evitar paradas no programadas, reducir costos y garantizar la continuidad de las operaciones en la planta de deshidratación de crudo del bloque 16. El desafío radica en desarrollar un sistema confiable y específico para esta turbina, utilizando tecnologías avanzadas para anticipar problemas y tomar decisiones tempranas, minimizando costos y maximizando la disponibilidad del equipo crítico.



Objetivos del estudio:

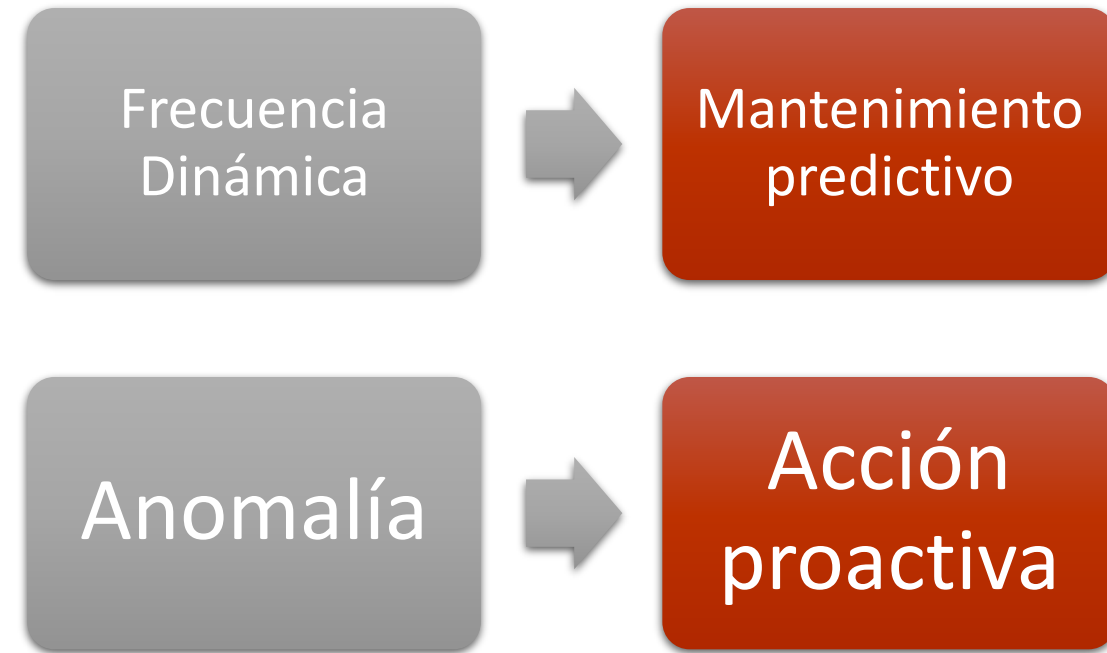
Optimización



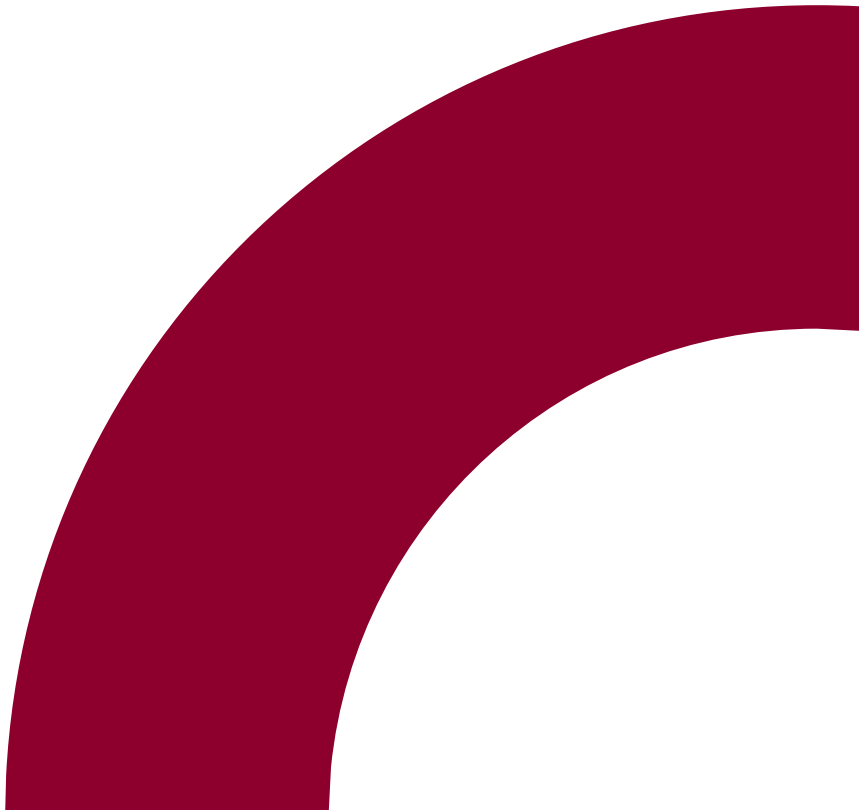
4. Optimización de la gestión de la energía

Objetivo:

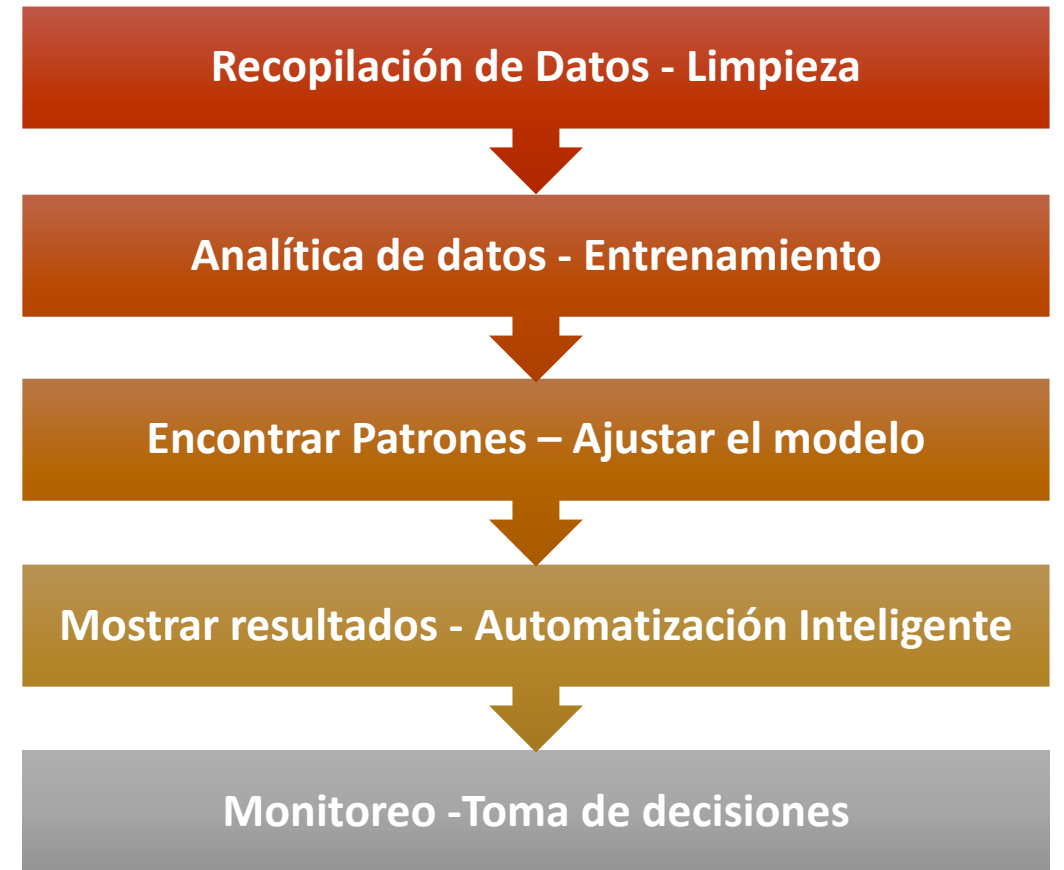
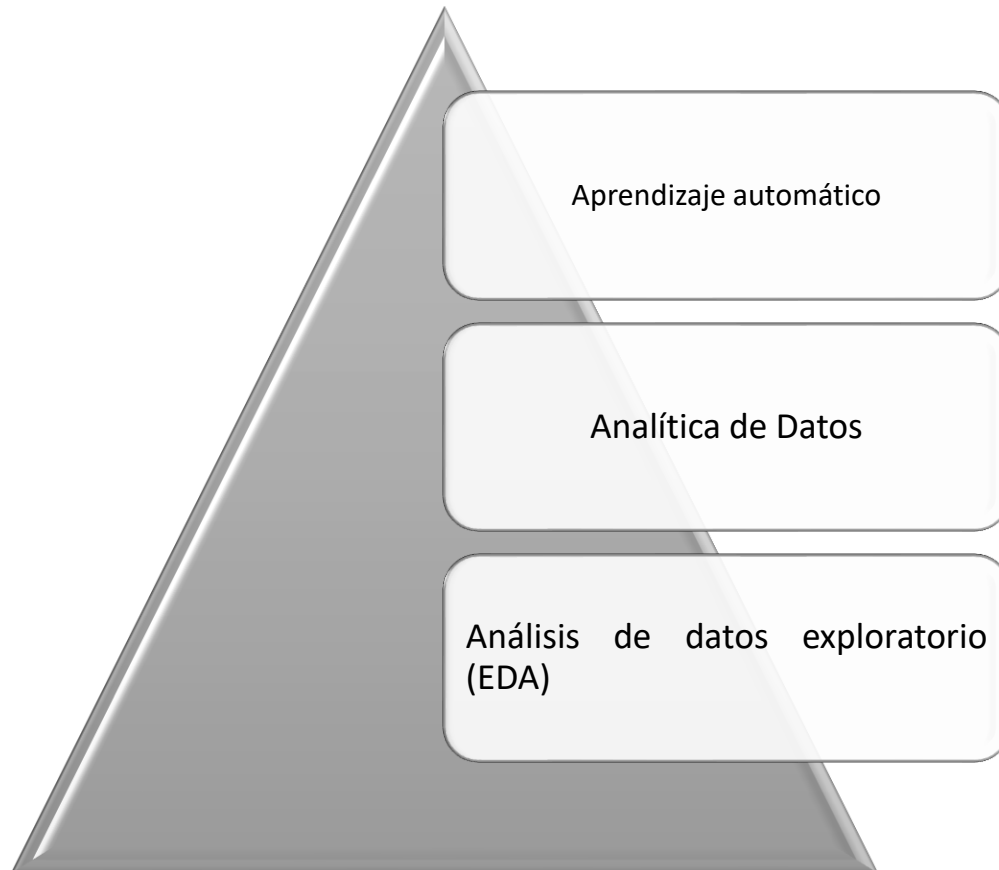
Desarrollar un sistema de detección de anomalías basado en tecnologías avanzadas de adquisición y análisis de datos, específicamente utilizando la técnica de aprendizaje automático con Isolation Forest, para mejorar la eficiencia operativa y la disponibilidad de la turbina de generación eléctrica modelo GE-LM2500 de combustión dual Diesel/Gas en la planta petrolera del Bloque 16, facilidades del Sur. Este sistema permitirá anticipar y tomar acciones tempranas para prevenir fallas no planificadas, reducir los costos de mantenimiento y garantizar la continuidad de las operaciones en un entorno crítico y altamente demandante de energía.



Metodología utilizada:
Estrategias
empresariales basadas
en analítica de datos



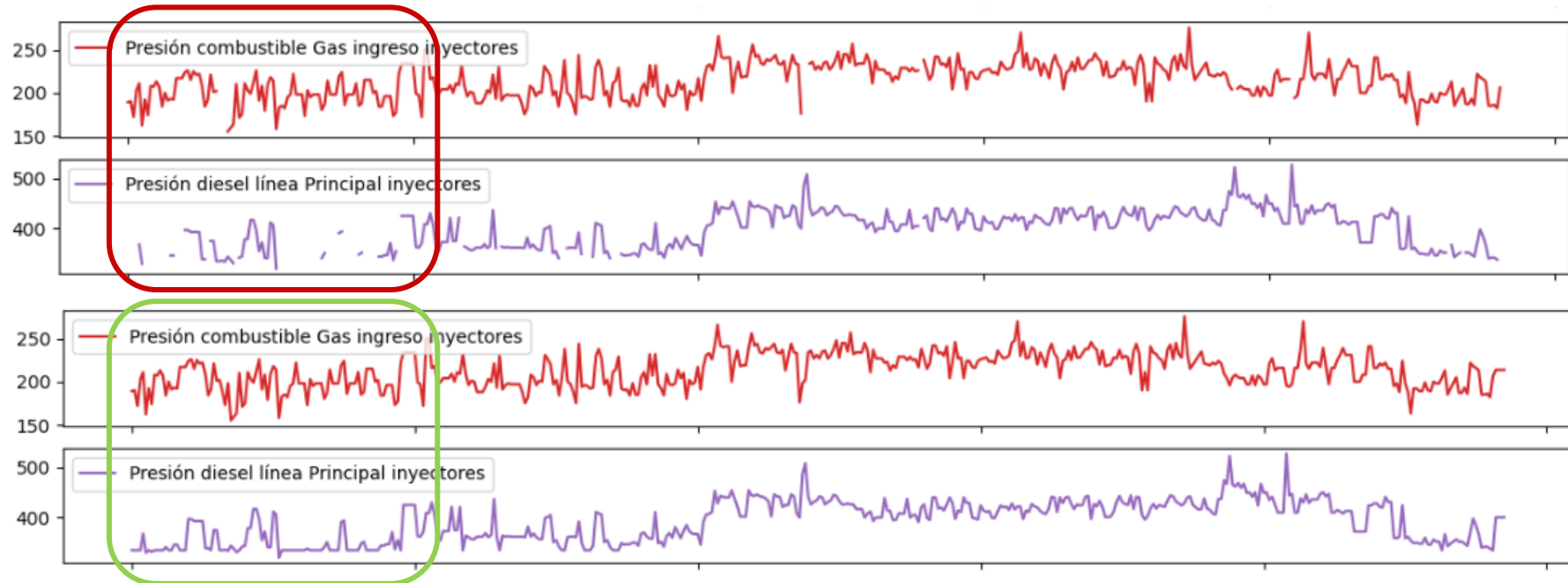
5. Modelo de aprendizaje automático



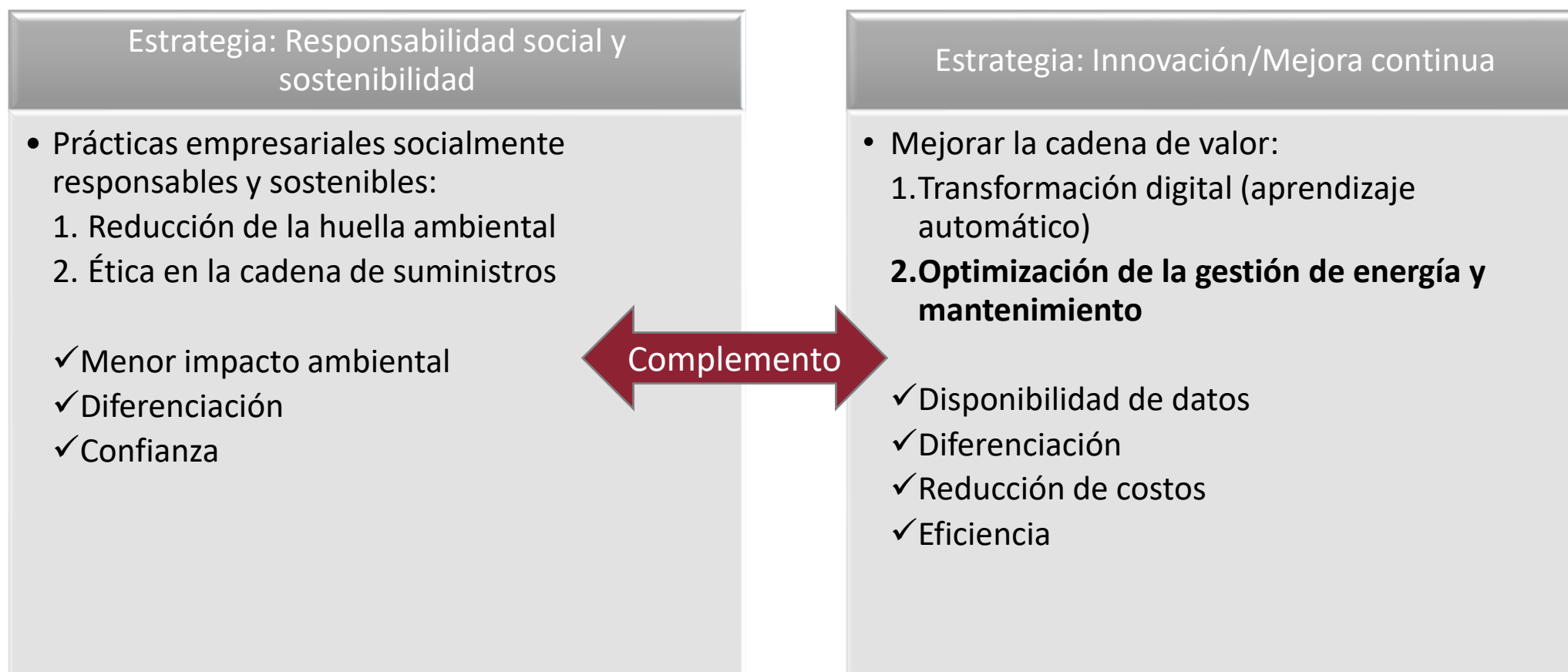
5. Modelo de aprendizaje automático

KNN imputer

- Basado en los vecinos próximos. El algoritmo asigna cada dato nuevo a un grupo basándose en la proximidad a los k vecinos más cercanos. Esto implica calcular la distancia entre el nuevo elemento y los existentes, ordenar estas distancias de menor a mayor y elegir el grupo al que pertenecerá en función del grupo con la mayor frecuencia y las distancias más cortas. (Merkle España, 2020)

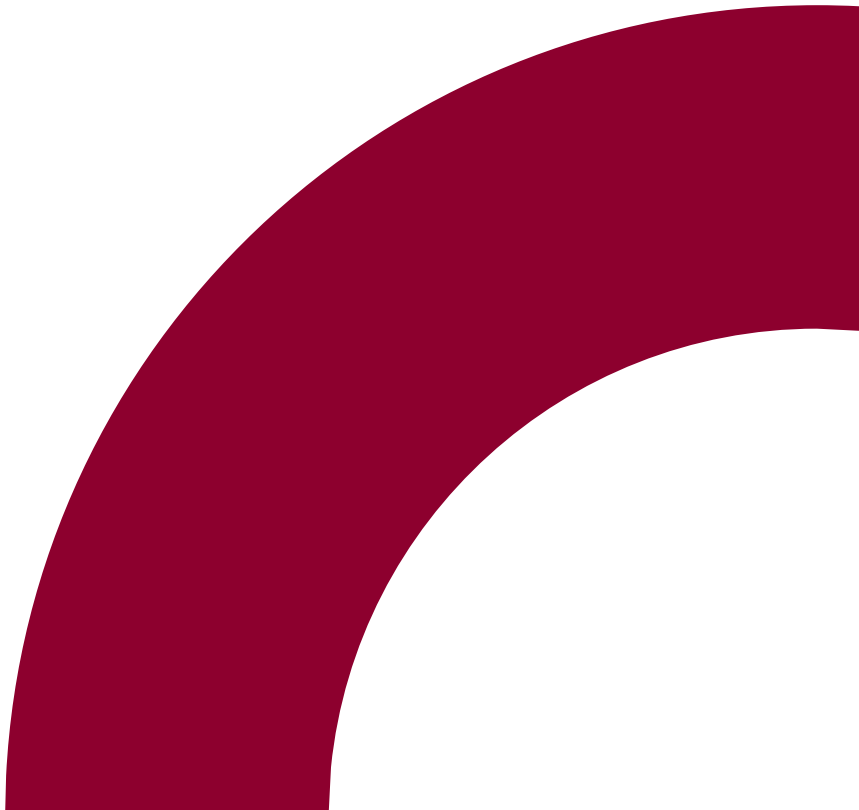


5. Modelo de aprendizaje automático

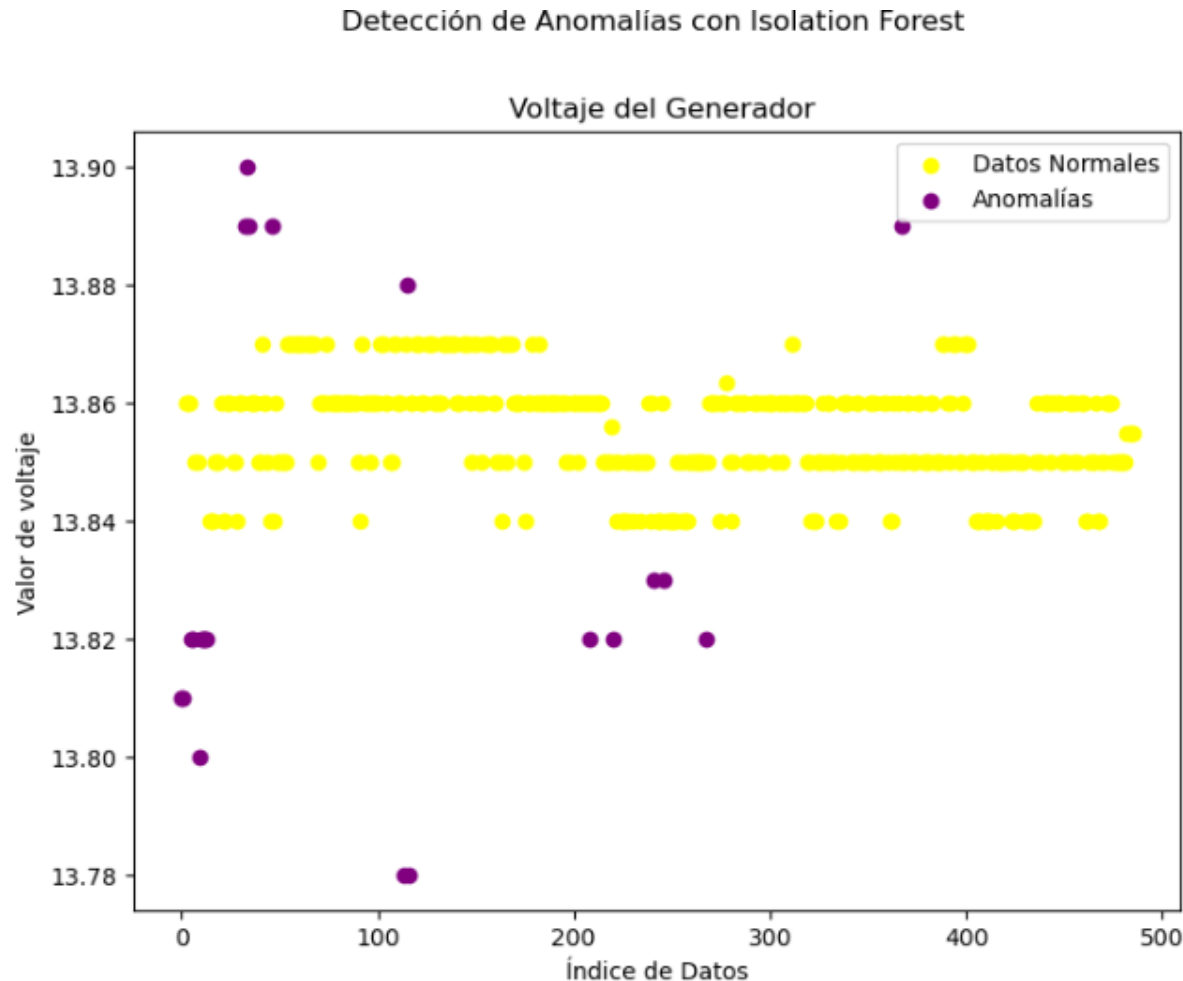


Resultados:

Patrones y Ajuste del Modelo



5. Clasificación de Datos en señales de sensores



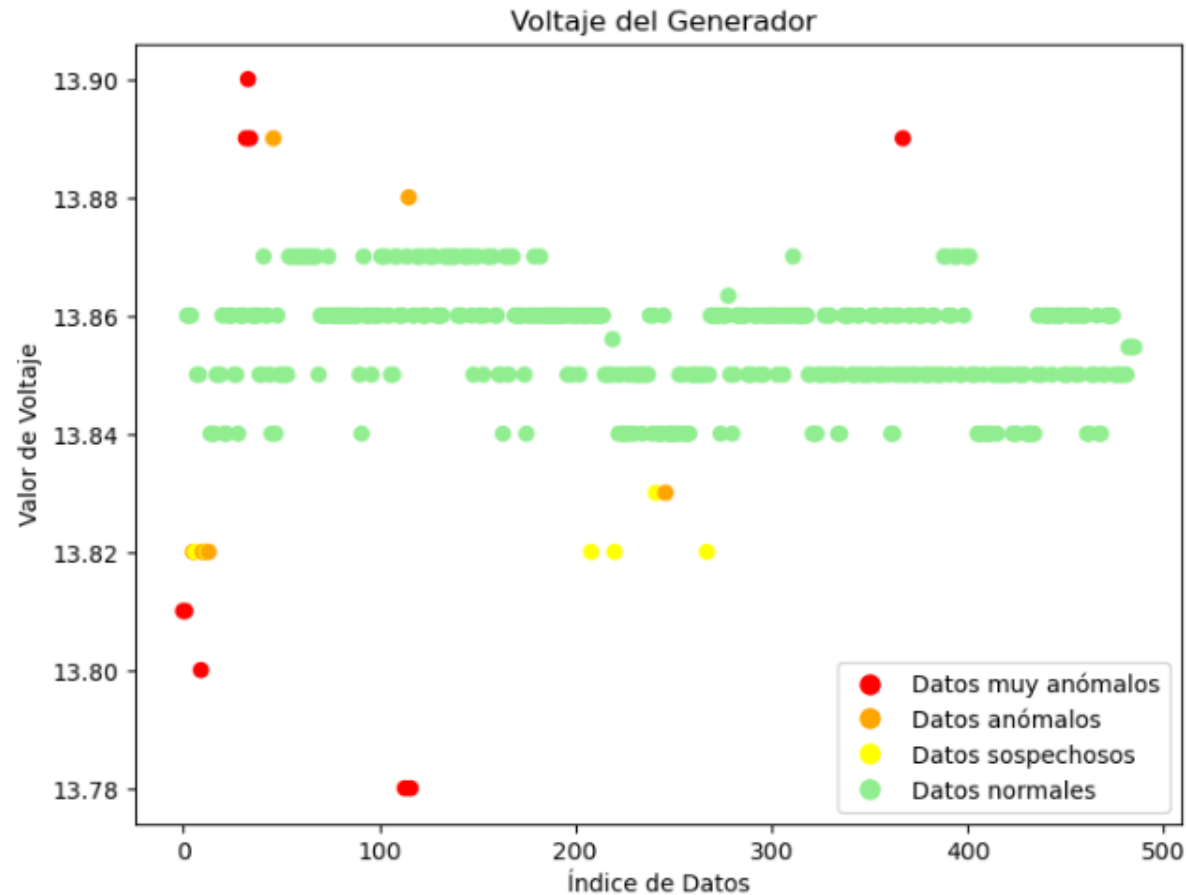
Parámetro `contamination = 0.022`

`y_predictions = clf.predict(X)`

El modelo en la clasificación polariza los datos y los determina como anomalías mientras más dispersos se encuentren los puntos, lo cual genera una zona o franja que puede denominarse tolerancia de aceptabilidad.

5. Clasificación de Datos en señales de sensores

Detección de Anomalías con Isolation Forest (Semáforo)

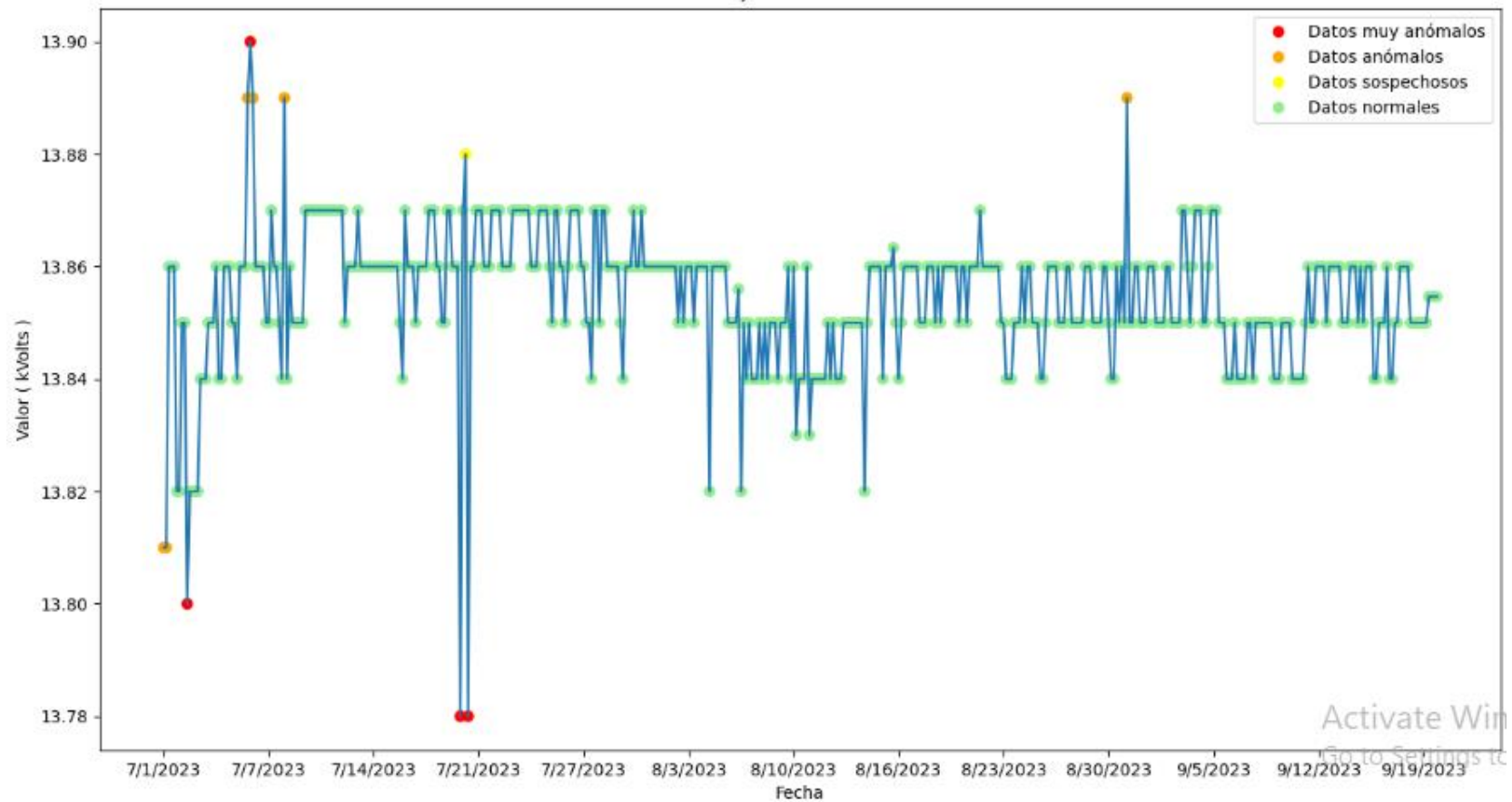


Parámetro contamination = 0.022

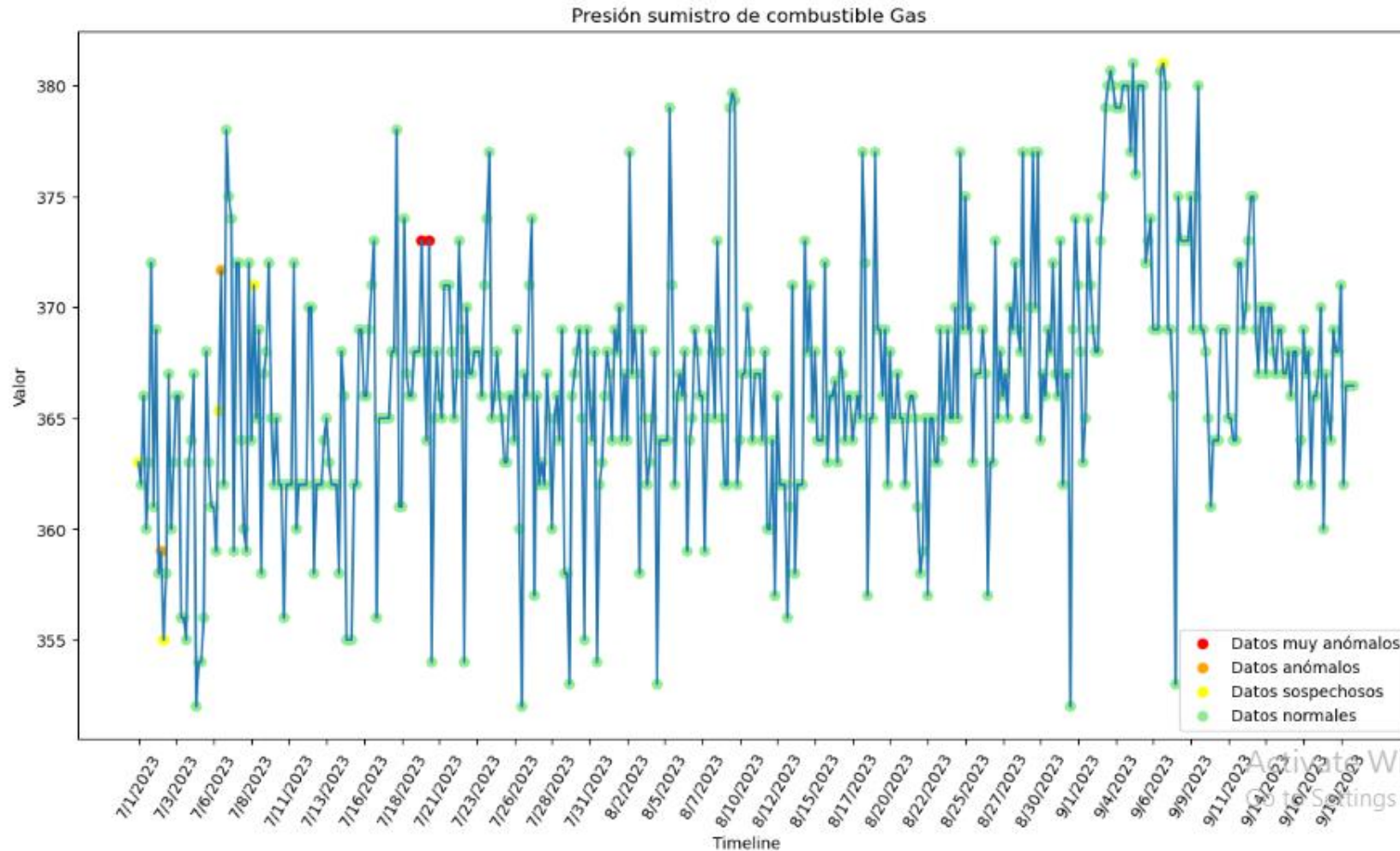
`anomaly_scores = clf.decision_function(X)`

Grupos de Clasificación	Score value
Datos muy anómalos	< -0.07
Datos anómalos	< -0.04
Datos sospechosos (borderline)	< -0.005
Datos normales	≤ 0

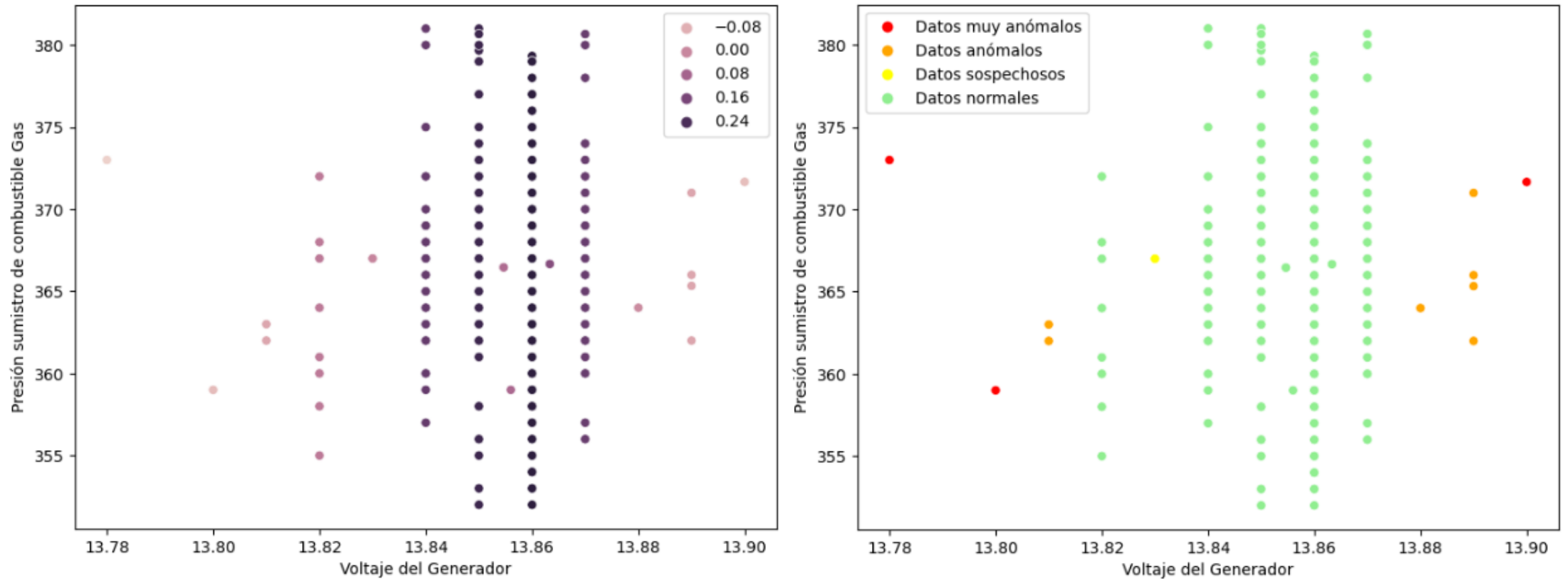
5. Clasificación de Datos en señales de sensores



5. Clasificación de Datos en señales de sensores



5. Clasificación de Datos en señales de sensores



Conclusiones y referencias:



6. Conclusiones

- El uso de tecnologías como la analítica de datos y el aprendizaje automático demuestra ser efectivo en el análisis de grandes conjuntos de datos provenientes de sensores en equipos industriales. En este caso, el modelo de Isolation Forest empleado para clasificar datos en categorías de anomalías, permite una identificación temprana de posibles problemas en las turbinas de generación eléctrica. No solo tiene un impacto significativo en la reducción de costos operativos al evitar paradas no programadas, sino también mejora la eficiencia en la toma de decisiones para el mantenimiento preventivo, la aplicación de estos sistemas de detección proporciona una herramienta poderosa para la toma de decisiones proactivas.
- La aplicación de estrategias basadas en analítica de datos representa una diferenciación para la organización, al establecer un sistema de clasificación que distingue entre diferentes niveles de anomalías, el personal de mantenimiento puede priorizar y abordar problemas potenciales de manera más efectiva. Además, esta metodología proporciona una base para ajustar las frecuencias de mantenimiento en función de la cantidad y la gravedad de las anomalías detectadas, lo que lleva a una gestión más eficaz de los recursos y una mayor disponibilidad operativa. Estos enfoques no solo son tecnológicamente avanzados, sino que también representan un cambio de paradigma en la gestión de equipos industriales al permitir una toma de decisiones más informada, dando paso a la mejora continua.



Gracias

Por:
Carlos A. Ríos