

# Informe Final — Análisis de Fallas en Turbinas de Gas

## Preparación de los datos

Para garantizar una evaluación correcta, los datos se dividieron en tres subconjuntos disjuntos:

- **Train:** entrenamiento de los modelos.
- **Validation (test):** validación cruzada y análisis estadístico.
- **TestF (test final):** evaluación final independiente, nunca utilizado durante entrenamiento ni selección de modelos.

Esta división permitió evitar *data leakage* y obtener estimaciones realistas del rendimiento de los modelos. El conjunto TestF se reservó explícitamente para una evaluación final, garantizando que las conclusiones no estuvieran influidas por decisiones tomadas durante la selección de modelos.

## Problema 1 — Detección de fallas en turbinas

El objetivo del Problema 1 es determinar si una turbina se encuentra en estado de falla o no. Se evaluaron múltiples modelos de clasificación utilizando validación cruzada estratificada (10 folds × 3 repeticiones) y la métrica F1-macro.

El análisis estadístico comenzó con la verificación de normalidad de los resultados mediante el test de Shapiro–Wilk, confirmándose que todos los modelos presentaban distribuciones normales. Esto permitió aplicar un test ANOVA de una vía.

El test ANOVA mostró diferencias estadísticamente significativas entre los modelos, lo que indica que las variaciones observadas en el rendimiento no se deben al azar. En particular, se evidenció que el modelo SVM presenta una media de F1-macro significativamente superior al resto. Las comparaciones post-hoc confirmaron que esta diferencia es consistente frente a cada uno de los otros modelos evaluados.

Debido a la existencia de diferencias estadísticas claras entre los modelos, se justificó la realización de una evaluación final utilizando únicamente el modelo con mejor desempeño. El test final se ejecutó sobre el conjunto TestF, el cual no había sido utilizado durante el entrenamiento ni la validación, con el objetivo de estimar el rendimiento real del modelo en un escenario completamente nuevo.

## Problema 2 — Diagnóstico del tipo de falla

El Problema 2 se centra en identificar el tipo específico de falla que presenta una turbina, considerando únicamente aquellas instancias donde la turbina ya se encuentra en estado de falla. Para ello se trabajó con datos simulados y se entrenaron varios modelos de clasificación multiclase.

Los modelos fueron evaluados mediante el mismo esquema de validación cruzada utilizado en el Problema 1. El análisis estadístico indicó la existencia de diferencias significativas entre los modelos, destacándose la Regresión Logística y el SVM como los de mejor desempeño. Dado que la Regresión Logística obtuvo la mayor media y mostró un comportamiento estable, fue seleccionada para la evaluación final en el conjunto TestF.

## Conclusión general

El enfoque seguido en este proyecto, basado en una correcta división de los datos, validación cruzada repetida, análisis estadístico formal y evaluación final en un conjunto independiente, es suficiente para validar los resultados obtenidos. Este proceso garantiza que los modelos seleccionados no solo presentan un buen desempeño promedio, sino que además generalizan correctamente a datos no vistos. Por tanto, las conclusiones alcanzadas para ambos problemas son sólidas, reproducibles y representativas del comportamiento real del sistema.