



Análisis Predictivo del Sistema SCR – Abatimiento de NOx

Agenda:

1. Contexto y Audiencia
2. Metadata
3. Preguntas de Interés
4. Análisis Exploratorio
5. Selección y Métricas del Modelo
6. Insights y Recomendaciones

Contexto y Audiencia

El presente estudio analiza las variables operacionales asociadas al proceso de abatimiento de óxidos de nitrógeno (NOx) mediante tecnología SCR (Selective Catalytic Reduction) en una central termoeléctrica a carbón pulverizado.

La motivación principal del análisis es:

- Cumplir normativa ambiental chilena.
- Entender el comportamiento del sistema SCR.
- Desarrollar un modelo predictivo de emisiones.



Audiencia: Operadores de planta, ingenieros de procesos y reguladores ambientales.

Metadata

Campo	Descripción
Registros Iniciales	Datos en intervalos de 10 min.
Variables	7 (Carga MW, Flujo \$NH_3\$, Presión \$NH_3\$, NOx entrada, O2, NOx salida).
Limpieza	Eliminación de carga < 10 MW (inestabilidad térmica).
Calidad	Corrección de lecturas negativas en sensores de flujo por interpolación.

```
#   Column           Non-Null Count  Dtype  
---  --  
0   Date             52560 non-null   object 
1   NH3/AIR MIXER NH3 PRESSURE- 05HSJ90CP201||XQ01  52560 non-null   float64
2   NH3 MIXER INLET NH3 FLOW- 05HSJ90CF201||XQ01    52560 non-null   float64
3   REACTER INLET NOx ANALYZER- 05HSD10CQ201||XQ01  52560 non-null   float64
4   CEMS O2- 05HTA04CQ206||XQ01    52560 non-null   float64
5   CEMS NOx- 05HTA04CQ202||XQ01  52560 non-null   float64
6   ACTUAL MW- 05CJD02ED001||ZV08    52560 non-null   float64
dtypes: float64(6), object(1)
```

Preguntas de Interés (Hipótesis)

Preguntas Principales:

¿Existe una relación directamente proporcional entre la carga de la unidad (MW) y la generación de NOx?

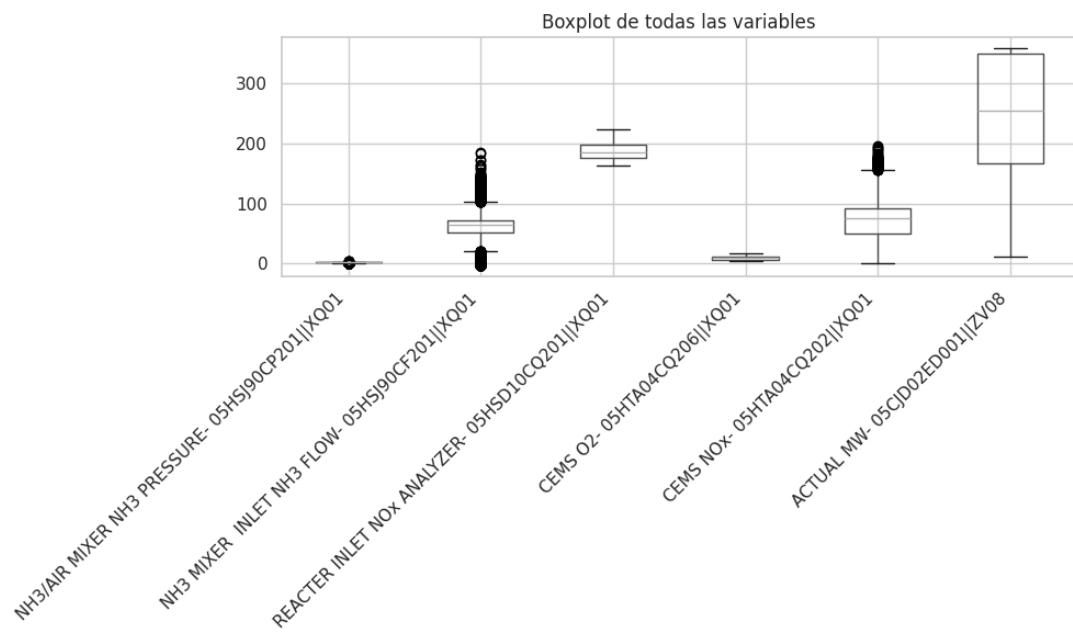
¿El flujo de amoníaco (NH₃) tiene un efecto de abatimiento inversamente proporcional al NOx final?

Preguntas Secundarias:

¿Podemos predecir el NOx de salida con un modelo lineal simple?

Análisis Exploratorio

- **Nulos:** No se presentan valores nulos en el proceso.
- **Outliner:** Se retiran del análisis toda la data para cargas menores a 10 MW y los valores NH3 MIXER INLET NH3 FLOW negativos se reemplazan por el valor anterior ya que representan un error en la medición.
- **Visualizaciones:** Se utilizó una scatter_matrix para identificar relaciones.
- **Hallazgo Visual:** La generación de NOx en la salida variable "CEMS NOx- 05HTA04CQ202||XQ01" depende proporcionalmente a carga de unidad (ACTUAL MW- 05CJD02ED001||ZV08) inversamente con el flujo de amoníaco ingresado (NH3 MIXER INLET NH3 FLOW- 05HSJ90CF201||XQ01).
- **Descarte:** La variable "Presión NH3" no mostró correlación significativa, por lo que se excluyó para evitar ruido en el modelo.



CEMS NOx- 05HTA04CQ202 XQ01	
CEMS NOx- 05HTA04CQ202 XQ01	1.000000
ACTUAL MW- 05CJD02ED001 ZV08	0.801976
NH3/AIR MIXER NH3 PRESSURE- 05HSJ90CP201 XQ01	-0.129976
NH3 MIXER INLET NH3 FLOW- 05HSJ90CF201 XQ01	-0.251782
REACTER INLET NOX ANALYZER- 05HSD10CQ201 XQ01	-0.784738
CEMS O2- 05HTA04CQ206 XQ01	-0.801841

Selección y Métricas del Modelo

Modelo: Regresión Lineal Múltiple (80% train / 20% test).

Métrica	Valor	Evaluación
R-Squared (R ²)	0.67	Correlación alta; explica el 67% de la varianza.
MSE	188.61	Indica la magnitud del error cuadrático.
Variables (X)	4	NH3 Flow, Inlet NOx, O2, Actual MW.

Insights y Recomendaciones

Insights:

- 1. Validación de Hipótesis:** Se confirman las hipótesis del funcionamiento SCR: más carga = más NOx; más NH₃= menos NOx.
- 2. Eficiencia Operativa:** Al descartar la variable de presión, simplificamos el monitoreo sin perder precisión.
- 3. Capacidad Predictiva:** Un R² de 0.67 es un éxito inicial, pero hay comportamientos no lineales que el modelo no captura.

Recomendaciones:

- Siguiente Nivel: Revisar con otros modelos como Random Forest, modelo polinomial o Redes Neuronales para mejora del modelo.