



Análisis Predictivo del Sistema SCR – Abatimiento de NOx

Agenda:

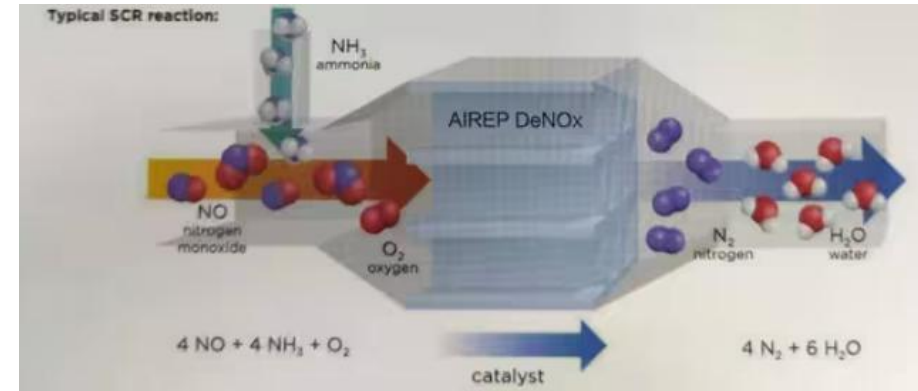
1. Contexto y Audiencia
2. Metadata
3. Preguntas de Interés
4. Análisis Exploratorio
5. Selección y Métricas del Modelo
6. Insights y Recomendaciones

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	REACTOR 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 NO_x?

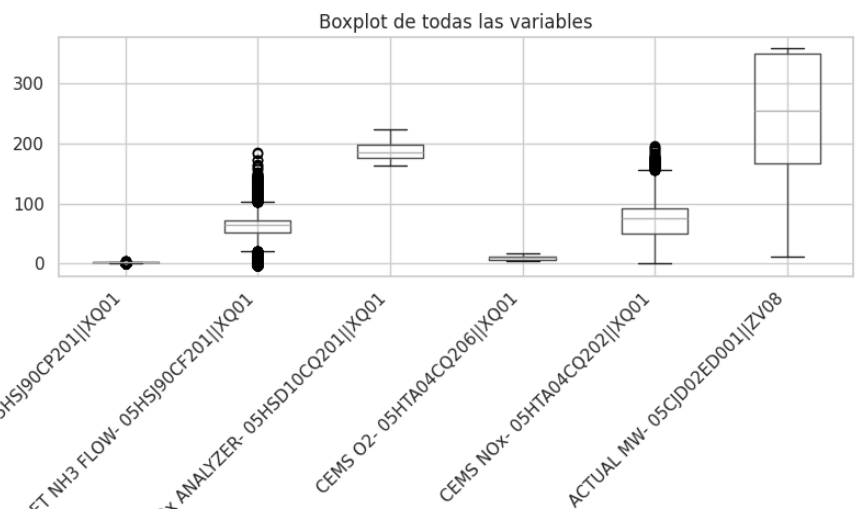
¿El flujo de amoníaco (NH₃) tiene un efecto de abatimiento inversamente proporcional al NO_x final?

Preguntas Secundarias:

¿Podemos predecir el NO_x 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 amoniaco 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
REACTOR 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 R^2 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.