



El **Proyecto 3BD Biomass Boiler Big Data**, realizado por Termosun representa una **iniciativa innovadora** en el corazón mismo de la transformación de la biomasa. Implementando la tecnología de la **inteligencia artificial en calderas de biomasa de alta potencia dirigidas al sector industrial**, su misión principal radica en la **optimización del rendimiento energético**, generando una serie de beneficios importantes.

En primer lugar, está orientado a **reducir drásticamente los impactos ambientales**, mejorando la eficiencia de la combustión, disminuyendo las emisiones de gases contaminantes y contribuyendo notablemente a la **lucha contra el cambio climático**. En segundo lugar, la implementación de esta tecnología posee el potencial de **disminuir los costos operativos y de mantenimiento** de las calderas, generando **ahorros económicos significativos** para las empresas y comunidades que emplean estos sistemas de calefacción de biomasa.

La combustión en el horno de la caldera y la recuperación de energía a partir de la biomasa forman un sistema complejo con diversas variables, como la humedad y la reología de la biomasa. Estos factores son esenciales para alcanzar la **máxima eficiencia** en la conversión de energía, asegurando **emisiones mínimas** y un **consumo óptimo** de biomasa.

El avance del **proyecto de inteligencia artificial 3BD** implica el desarrollo de tres modelos independientes. Estos modelos están diseñados para perfeccionar tanto la

optimización de la combustión de la caldera como las funciones del técnico-operador asociado.

①		Vigilante continuo	»»	Genera un aviso cuando predice que, con el funcionamiento actual, la caldera empeorará la calidad de la combustión en unos minutos.
②		Validador de cambios	»»	Cuando el técnico indique un conjunto de cambios a realizar, el sistema dará un aviso si detecta que esta nueva configuración va a empeorar la calidad de la combustión.
③		Sugerencia	»»	Propone cambio en parámetros para mejorar la combustión de la caldera.

En la fase inicial del modelado, se ha generado un duplicado digital de la caldera, considerando diversas opciones, como los parámetros de control (motores, ventiladores, parrillas y trampillas), así como las temperaturas y niveles de oxígeno. En este proceso de modelado, no se han empleado datos relacionados con la llama.

- **Modelos P:** Utilizando únicamente los parámetros de la caldera.
- **Modelos PT:** Incluyendo parámetros de temperatura.
- **Modelos PTO:** Integrando parámetros de la caldera, temperatura y oxígeno.

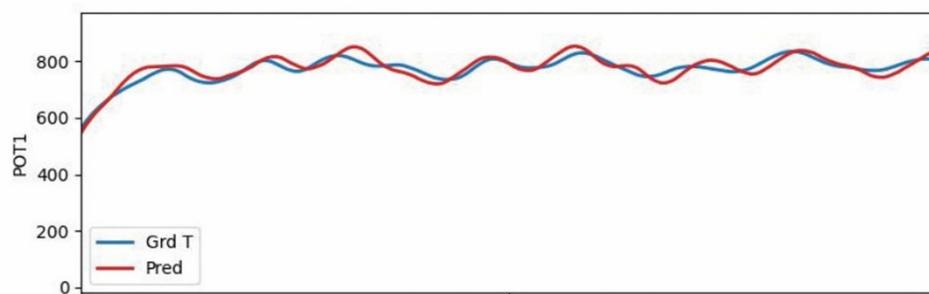
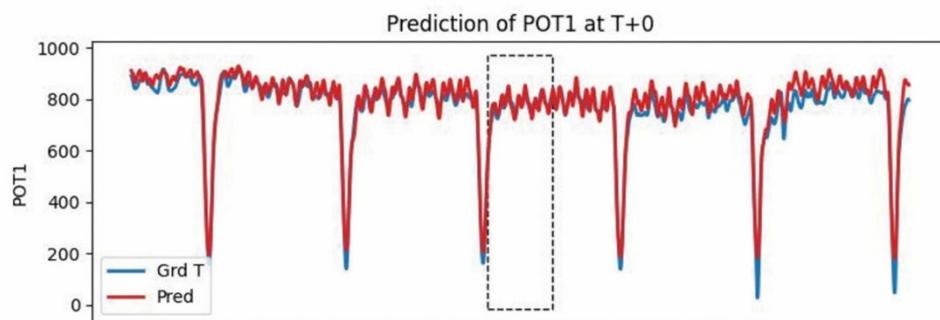
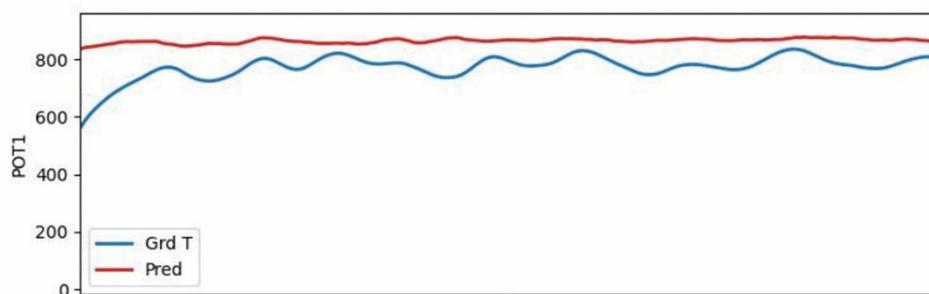
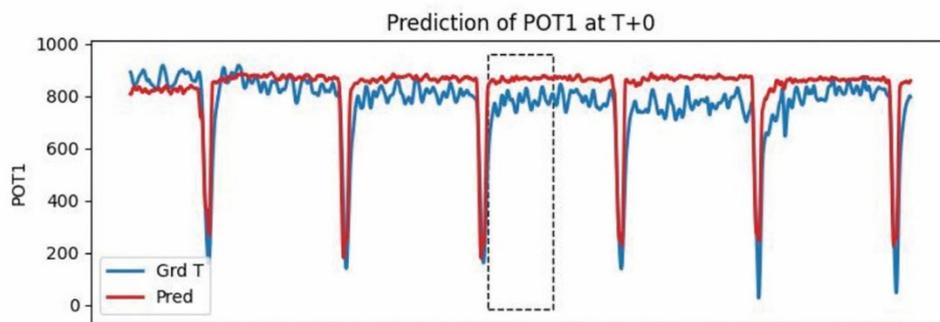
Para cada modelo se han generado predicciones instantáneas de la potencia de vapor y pronósticos futuros de los niveles de potencia y oxígeno en la caldera, abarcando intervalos de 1, 2 y 5 minutos.

Podemos medir la diferencia entre las predicciones y los valores del sensor en cada punto temporal mediante el cálculo del Error Absoluto Medio (MAE). Este se obtiene calculando el promedio siguiente, donde consideramos N predicciones del conjunto de datos de test, la “Y medida” es la registrada por el sensor y la “Y modelo” la magnitud predicha por el modelo.

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |Y_{medida} - Y_{modelo}|$$

Calcular el MAE, en promedio, nos ofrece detalles sobre la distancia promedio entre nuestras predicciones y los valores registrados. Es crucial destacar que los modelos que incluyen datos de temperatura interna generan MAE más bajos. Además, la información inmediata sobre los niveles de oxígeno mejora la precisión en la predicción futura de estos niveles.

Los modelos PT y PTO representan una mejora en las predicciones del modelo propuesto.



Los gráficos ilustran la predicción inmediata de la potencia utilizando dos tipos de modelos, P (izquierda) y PTO (derecha). Estas representaciones gráficas contienen dos

marcos temporales: uno de 12 horas en la parte superior y otro de 1 hora en la parte inferior. En estos gráficos, la línea azul refleja el "Ground Truth" o valores reales de la caldera, mientras que la línea roja muestra los valores predichos.

Los picos que se visualizan coinciden con los períodos de limpieza periódica de las cenizas en los conductos de la caldera. Estas actividades se planifican a intervalos regulares, comúnmente entre una y tres horas.

Conclusiones del avance del proyecto para optimizar la combustión:

- Los modelos predictivos para el nivel de oxígeno y la presión de vapor muestran una **alta confiabilidad** en la reproducción de los datos de prueba.
- El modelo **adquiere conocimientos sobre los patrones de funcionamiento**, es decir, puede prever cambios en los niveles de oxígeno cuando se establecen ciertos parámetros, temperaturas y niveles de oxígeno.

Las mediciones de oxígeno tienen una componente de variabilidad que no puede capturarse completamente solo con los valores de los sensores. Las mediciones de la llama y del interior de la caldera pueden mejorar este aspecto.

Proyecto de investigación y desarrollo en inteligencia artificial y otras tecnologías digitales, realizado gracias al apoyo financiero de la Unión Europea, Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) Una manera de hacer Europa.