



## Energy Analysis of the Tilting Crucible Furnace at IUPB in Relation to Thermal Efficiency for Aluminium Melting

---

Oscar M. Carmona Agudelo, Juan D. Ortega Mesa,  
Jorge I. Cortes Pérez and Andrés D. Morales Rojas

EasyChair preprints are intended for rapid  
dissemination of research results and are  
integrated with the rest of EasyChair.

February 26, 2025

# ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL HORNO CRISOL BASCULANTE DE LA IUPB EN RELACION A LA EFICIENCIA TÉRMICA, PARA FUNDICIÓN DE ALUMINIO

Oscar Mauricio Carmona Agudelo (1), Juan Diego Ortega Mesa (1), Jorge Isaac Cortes Pérez, (1), Andrés David Morales Rojas (2)

1. *Estudiante del programa Maestría en Energía, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia;* 2. *Profesor del Departamento de Mecánica, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia.*

**Palabras clave:** Eficiencia energética, fundición de aluminio, combustión, energía.

**Núcleo Temático:** Eficiencia energética

$$Q_{GN} = m_{GN} \cdot PCI_{GN} \quad (1)$$

$$Q_{s,s} = m_{Al} \cdot C_{pAl,s} \cdot (T_{fusión} - T_{inicial}) \quad (2)$$

$$Q_l = m \cdot L_{fusión} \quad (3)$$

$$Q_{s,l} = m_{Al} \cdot C_{pAl,l} \cdot (T_{final} - T_{fusión}) \quad (4)$$

## Introducción

En el trabajo se evaluó la eficiencia energética del horno crisol mecánico-basculante alimentado a gas natural (GN) de la Institución Universitaria Pascual Bravo. Se siguió una metodología que permitiera evaluar el sistema energéticamente, considerando variables como el consumo de combustible y la carga del material a fundir; así como la composición y temperatura de los gases de combustión, la rampa de calentamiento, las dimensiones del horno, materiales de construcción, entre otros.

A partir de la información anterior y del uso de herramientas computacionales, se pudo determinar las pérdidas asociadas al sistema y calcular su eficiencia real. El objetivo de este trabajo consistió en estimar los índices de producción y emisiones del horno de crisol para así proponer una mejora tecnológica que permita aumentar sus prestaciones.

## Metodología

Para la medición de las diferentes variables de interés como la temperatura del crisol y la temperatura superficial del horno se utilizó una cámara térmica Flir® e-series E4, un termopar tipo K acoplado a un sistema de adquisición de datos basado en Arduino y LabVIEW se usó para medir la curva de calentamiento del horno y se monitoreó la composición de los gases de combustión y su temperatura con un analizador de gases Kigaz 310, ver Figura 1. Se tomaron tiempos de muestreo de 5 minutos en los equipos y para la temperatura del crisol cada 0.5 segundos. A partir del perfil de calentamiento y de información complementaria se estimó la energía útil invertida en el proceso para la fundición de 80 kg de aluminio.

Para la estimación del calor introducido en el sistema producto de la combustión del GN y el calor teórico necesario para fundir el aluminio, se usaron las ecuaciones 1 a 4.

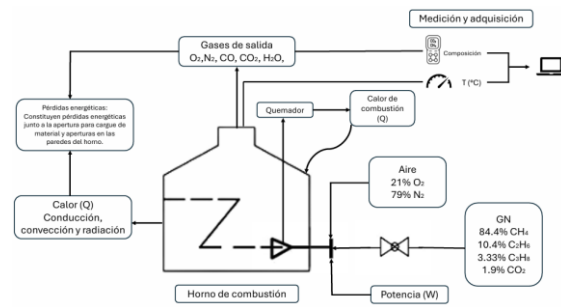


Figura 1: Esquema del montaje de medición experimental del horno crisol basculante para fundición de aluminio.

## Resultados

La cantidad de energía liberada por la combustión del GN fue de 986,923 kJ aproximadamente, donde se determinó que el 65% de esta energía se desperdicia a través de los gases de escape. Para llegar a este valor primero se calculó la energía útil, que represento un 15% aproximadamente, se determinó a partir de la rampa de calentamiento obteniendo el área bajo la curva de la temperatura, ver Figura 2; esta fracción es la que permite fundir un lote de 80 kg de aluminio en 3.35 horas. Además, se identificó que el 20% de la energía liberada se emplea únicamente en calentar la masa del horno. El quemador mantiene un consumo de GN de 7.15 kg/h, con una potencia de 83.86 kW.

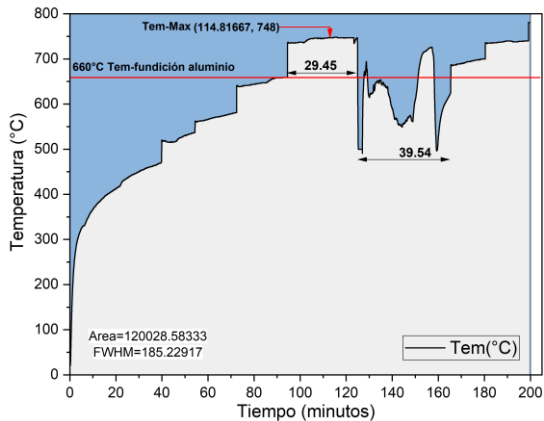


Figura 2: Rampa de temperatura registrada prueba fundición de aluminio

Los datos de la Tabla 2 dan cuenta de la eficiencia y los índices de emisión, consumo de combustible y de costos de producción relacionados con el horno, que resaltan las desventajas que este equipo presenta con relación a otros equipos disponibles en el mercado nacional.

Indicador	Horno actual
Eficiencia energética (%)	15%
Emisiones de CO <sub>2</sub> (kg/lote fundido) 80kg en 3.35 horas	7
Consumo de Combustible (kgGN/kgAl)	0.19
Costo operativo (COP/kgAl)	476.8

Tabla 2: Indicadores calculados de las pruebas de fundición.

## Conclusiones

- ❖ Al calcular la energía útil, tanto de forma teórica como experimental, se considera el área bajo la curva de la rampa de temperatura. Sin embargo, dado que el ingreso del aluminio se realiza de manera progresiva, es necesario aplicar un factor de corrección del 25% al área. Esta corrección explica la diferencia del 39.4% observada entre la energía teórica y la experimental.
- ❖ Las pérdidas más significativas del horno se dan por los gases de escape con un 65%, haciendo que se consuma 15.04 m<sup>3</sup> de gas natural en 3.35 horas representando un costo operativo por prueba aproximado de 39000 COP.

## Referencias

- ❖ Baltur. (2019). QUEMADORES DE GAS MONOETAPA BTG 20 50-60Hz -. [https://www.baltur.com/ww/es/productos/quemadores/quemadores\\_de\\_gas/btg\\_20\\_50-60hz](https://www.baltur.com/ww/es/productos/quemadores/quemadores_de_gas/btg_20_50-60hz)

- ❖ Morales Rojas, A. D., Arcila Igerio, Ó. J., Gallego Montoya, Á., & Olmos Villalba, L. C. (2024). Estudio de un motogenerador dual con biodiésel, gas natural e hidrógeno. Conceptos y aplicación. <https://ulibros.com/estudio-de-un-motogenerador-dual-con-biodiesel-gas-natural-e-hidrogeno-conceptos-y-aplicacion-7bg19.html>
- ❖ Rodríguez pimiento, e. r., & zapata Monterrosa, m. t. (2019). caracterización energética del horno crisol para materiales no ferrosos del laboratorio de fundición del centro de investigación y desarrollo en materialografía de la institución universitaria pascual bravo, basado en una parametrización energética. Institución Universitaria Pascual Bravo.