

“Propuesta de aislación para la reducción de pérdidas en hornos de fundición.”

Marcipar, Leandro^a; Gieco, Leandro^b

a, : Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná

e-mail del autor que oficiará de contacto

RESUMEN

Se hace un relevamiento en una empresa que tiene hornos de fundición de aluminio, que produce acoples de transmisión de potencia flexibles tipo juntas Oldham. Las estrategias para reducir las pérdidas en hornos de fundición se centran en la implementación de tecnologías eficientes. Se destaca la optimización de la carga, la recuperación de calor, el aislamiento térmico y el mantenimiento preventivo como medidas principales. En este trabajo se hace una propuesta de aislar las paredes de horno demostrando el aumento de la eficiencia en el uso energético y su consecuente mejora en la huella del carbono. Con la aplicación del aislante del horno, se demuestra mediante simulación computacional, que se puede reducir significativamente el consumo de energía, hasta un 67.7%. Se calcula que, con el ahorro energético, por el aislante del horno, se reduce la emisión de dióxido de carbono a menos del 32%.

Palabras clave:

Hornos de fundición, aislación, huella del carbono, eficiencia energética.

Abstract

A survey is conducted in a company that has aluminum smelting furnaces, which produces flexible power transmission couplings of the Oldham joint type. Strategies to reduce losses in smelting furnaces focus on the implementation of efficient technologies. Optimization of the load, heat recovery, thermal insulation, and preventive maintenance are highlighted as the main measures. In this work, a proposal is made to insulate the walls of the furnace, demonstrating the increase in energy use efficiency and its consequent improvement in the carbon footprint. With the application of the furnace insulation, it is demonstrated through computer simulation that energy consumption can be significantly reduced by up to 67.7%. It is estimated that, with the energy savings from the furnace insulation, carbon dioxide emissions are reduced to less than 32%.

Key Words: Foundry furnaces, insulation, carbon footprint, energy efficiency.

INTRODUCCIÓN

Contexto y Justificación

La eficiencia energética en un horno de fundición tiene un papel fundamental, debido al gran consumo de energía requerida para alcanzar las temperaturas para fundir el material. Por tanto, las pérdidas de calor en estos representan no solo un costo económico sino también un impacto ambiental debido a las emisiones de CO₂ asociadas con el consumo de combustibles fósiles. La implementación de tecnologías en materiales, como lo es un aislante térmico, tiene como objetivo reducir pérdidas, mejorando así la eficiencia y reduciendo la huella de carbono de las operaciones industriales.

Objetivos del Estudio

El objetivo principal de este estudio es evaluar el impacto de la implementación de un sistema de aislamiento térmico en las paredes de un horno de fundición de aluminio. Se busca demostrar cómo el aislamiento puede aumentar la eficiencia energética y reducir las emisiones de dióxido de carbono a través de simulaciones computacionales detalladas.

METODOLOGÍA

Descripción del Horno

El equipo utilizado en este estudio es un horno de fundición de aluminio cuyas dimensiones son:

- 1,5 metros de altura
- 1 metro de diámetro.

Dentro del mismo se encuentra un crisol capaz de cargar hasta 100 kg de aluminio.

Materiales y Métodos

Se utilizó el software SolidWorks para modelar el horno y evaluar el impacto del aislamiento térmico. Los materiales aislantes considerados en este estudio incluyen lana de vidrio y otros materiales de alta resistencia térmica.

CÁLCULO DE CONSUMO ENERGÉTICO

Calor necesario para fundir el aluminio:

$$Q = m * (C * (T_0 - T_f) + C_{latente})$$

$$Q = 100000[g] * (0.22 \left[\frac{cal}{g} \right] * (660[C] - 25[C]) + 85 \left[\frac{cal}{g} \right])$$

$$Q_f = 22500 \left[\frac{Kcal}{g} \right] = 26.15[Kw]$$

2. CALCULO DE HUELLA DE CARBONO EQUIVALENTE

1. *Análisis de aislación*

Para calcular la huella de carbono, se realiza el siguiente análisis teniendo en cuenta el horno sin la aislación térmica y con la misma.

donde:

- $Q_{perdida}$ = Calor perdido por el horno
- $Q_{utilizada}$ = Calor que utiliza el horno para fundir el aluminio
- $n1$ = Rendimiento termico con las perdidas de calor
- $n2$ = Rendimineto termico luego de colocar el aislante

	VALOR	
Avg	$2.11 * 10^4$	$\frac{W}{m^2}$
Máximo	$3.36 * 10^5$	$\frac{W}{m^2}$
Mínimo	$2.11 * 10^3$	$\frac{W}{m^2}$

Tabla N°1 Coeficiente global de transferencia de calor para el horno sin aislación

$$Q_{perdida} = 21.21 \left[\frac{Kw}{m^2} \right] * 2.78[m^2] = 58,6[Kw]$$

$$n1 = 1 - \frac{Q_{perdida}}{Q_{utilizada}} = 1 - \frac{58.6}{26.15 + 58.6} = 30.86\%$$

	VALOR	
Avg	323	$\frac{W}{m^2}$
Máximo	$1.17 * 10^3$	$\frac{W}{m^2}$
Mínimo	8.86	$\frac{W}{m^2}$

Tabla N° 1 coeficiente global para el horno con aislación

$$Q_{perdida} = 0.323 \left[\frac{Kw}{m^2} \right] * 3.83[m^2] = 1.24[Kw]$$

$$n_2 = 1 - \frac{Q_{perdida}}{Q_{utilizada}} = 1 - \frac{1.24}{26.15 + 1.24} = 95.47\%$$

Se ahorra un 67.7% de energía con el horno mejor aislado

Análisis de huella de carbono equivalente

Para este análisis se realizó una comparación del horno con y sin aislación térmica, donde:

- Q = calor que debe ser aportado al horno para fundir aluminio
- PC_{GN} = poder calorífico del gas natural (combustible del horno)

Calculando la producción de CO_2_e del horno sin aislación:

$$Q = 72871,88[kcal]$$

$$PC_{GN} = 8700 \left[\frac{kcal}{m^3} \right]$$

$$Consumo\ de\ gas\ natural = \frac{Q}{PC_{GN}} = \frac{72871,88 [kcal]}{8700 \left[\frac{kcal}{m^3} \right]} = 8,37 m^3 = 0,00837 dam^3$$

$$Factor\ de\ emisión\ del\ gas\ natural\ en\ Argentina = 1936 \left[\frac{tnCO_2_e}{dam^3} \right]$$

$$Huella\ del\ Carbono\ equivalente = Consumo\ de\ gas\ natural * Factor\ de\ emisión$$

$$Huella\ del\ carbono = 0,008 dam^3 * 1936 \left[\frac{tnCO_2_e}{dam^3} \right] = 16,20 tnCO_2_e$$

Repetimos el cálculo agregando la aislación:

$$Q = 23551,16 [Kcal]$$

$$PC_{GN} = 8700 \left[\frac{Kcal}{m^3} \right]$$

$$\text{Consumo de gas natural} = \frac{Q}{PC_{GN}} = \frac{23551,16 [kcal]}{8700 \left[\frac{kcal}{m^3} \right]} = 2,71 m^3 = 0,00271 dam^3$$

$$\text{Factor de emisión del gas natural en Argentina} = 1936 \left[\frac{tnCO_2e}{dam^3} \right]$$

*Huella del Carbono equivalente = Consumo de gas natural * Factor de emisión*

$$\text{Huella del carbono} = 0,00271 dam^3 * 1936 \left[\frac{tnCO_2e}{dam^3} \right] = 5,24 tnCO_2e$$

Podemos apreciar una disminución en la cantidad de dióxido de carbono del 67,7 %, lo cual deja en evidencia una notable mejora con el implemento de una aislación.

ESTUDIO COMPUTACIONAL

Las siguientes imágenes representan el horno modelado, con ausencia del crisol por no ser un elemento de interés en la simulación, es decir el objetivo es analizar las pérdidas del volumen del horno correspondiente a cara externa del mismo como las paredes y su tapa

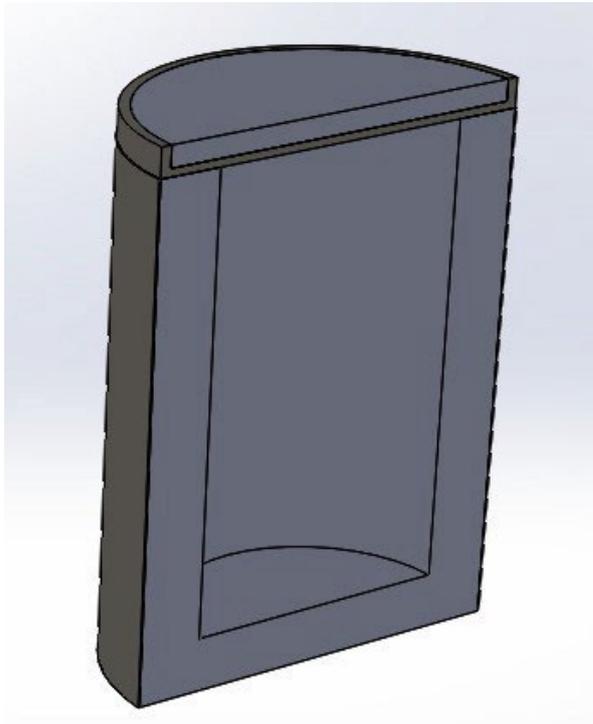


Ilustración N° 1: Imagen simplificada del horno



Ilustración N° 2: Imagen simplificada del horno

El análisis térmico del horno se realizó mediante simulaciones por elemento finito utilizando SolidWorks. Las siguientes imágenes muestran el horno simplificado y el análisis de las pérdidas térmicas antes y después de aplicar el aislamiento.

- Ilustración 3: Pérdidas térmicas en el horno sin aislación térmica.
- Ilustración 4: Pérdidas térmicas en el horno con aislación térmica.
- Ilustración 5: Distribución de temperaturas en el horno sin aislación.
- Ilustración 6: Distribución de temperaturas en el horno con aislación térmica.

En las imágenes a continuación se destacan las pérdidas en el horno sin la aislación colocada y luego las pérdidas en el horno luego de haberse colocado la aislación

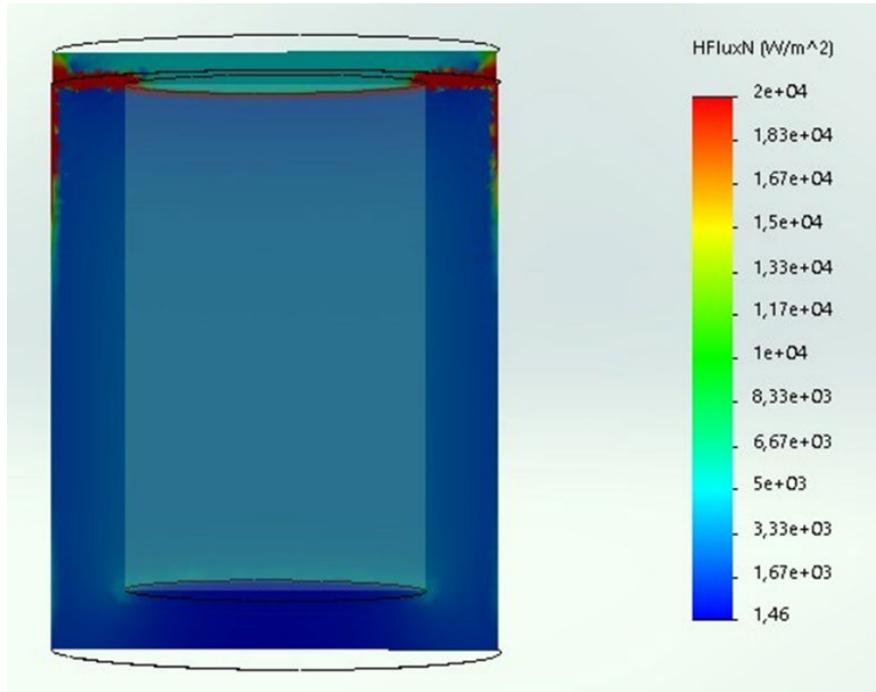


Ilustración N°3: Perdidas térmicas en el horno sin aislación térmica

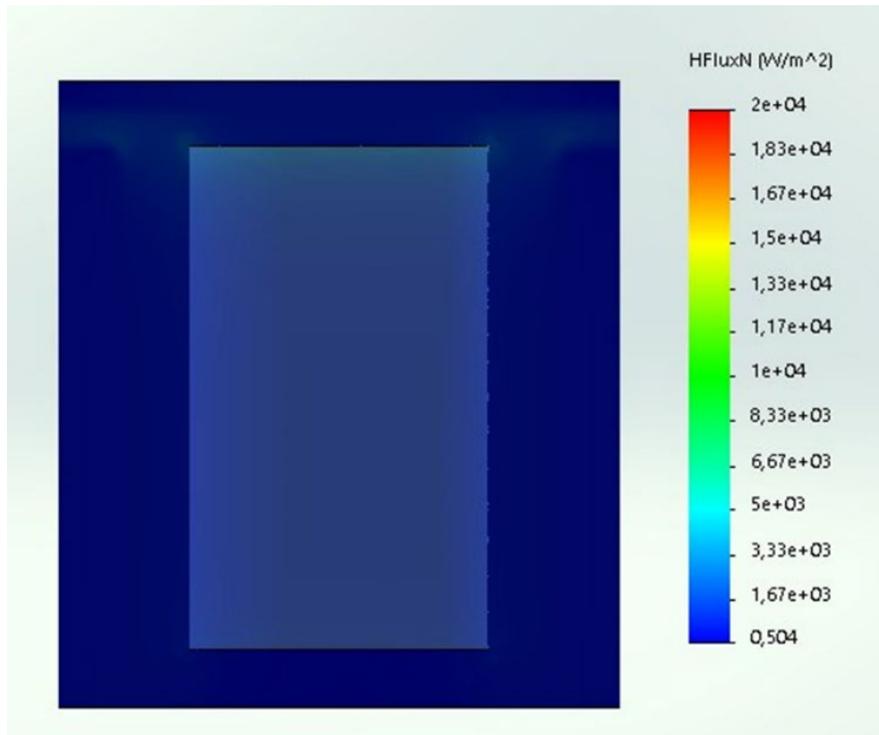


Ilustración N°4: Perdidas térmicas en el horno luego de colocar la aislación térmica

2. *Distribución de temperaturas en el horno con y sin perdidas*

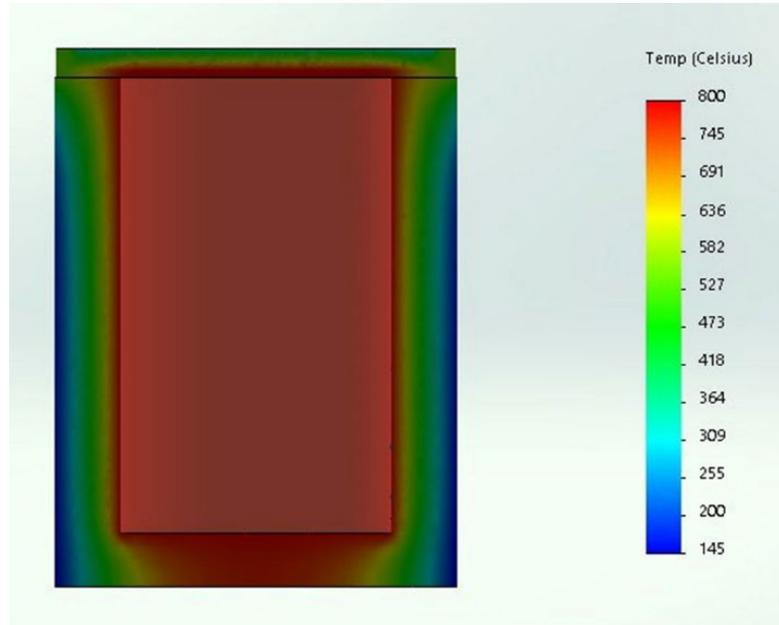


Ilustración N°5: Distribución de temperaturas en el horno sin aislación

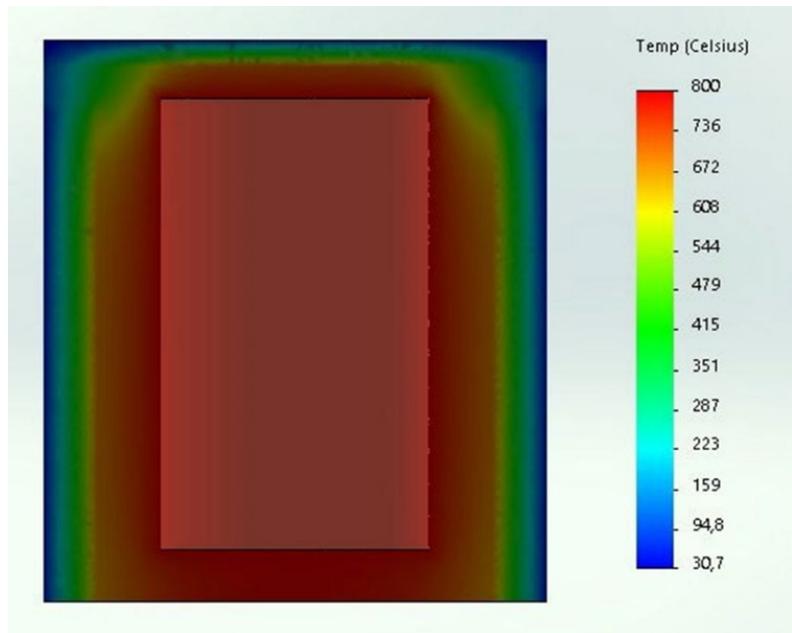


Ilustración N°6: Distribución de temperaturas en el horno luego de aplicar la aislación térmica

CONCLUSIONES

Resumen de Resultados

- La implementación de aislamiento térmico en los hornos de fundición de aluminio puede aumentar significativamente la eficiencia energética, reduciendo las pérdidas de calor.
- Se logra una disminución del consumo energético del 67.7% y una reducción de las emisiones de CO₂ del 67%.

Implicaciones Prácticas

- La implementación de aislamiento térmico puede ser una medida efectiva para mejorar la eficiencia energética y reducir la huella de carbono en procesos industriales.