

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,
Volumen 9, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5

CONSTRUCCIÓN EXPERIMENTAL DE UN HORNO DE LEÑA MEJORADO, PARA COMPARAR SU EFICIENCIA CON UN HORNO DE LEÑA TRADICIONAL

**EXPERIMENTAL CONSTRUCTION OF AN IMPROVED
WOOD-FIRED OVEN, TO COMPARE ITS EFFICIENCY WITH
A TRADITIONAL WOOD-FIRED OVEN**

Cristian Vicente Cabrera Moreno

Universidad Nacional de Chimborazo

Mario Vicente Cabrera Vallejo

Universidad Nacional de Chimborazo

Jimena Maribel Pérez Sandoval

Universidad Nacional de Chimborazo

Stalyn Marcelo Torres Cobos

Universidad Nacional de Chimborazo

Hidalgo Wilfrido Salazar Yepez

Universidad Nacional de Chimborazo

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.20102

Construcción experimental de un horno de leña mejorado, para comparar su eficiencia con un horno de leña tradicional

Cristian Vicente Cabrera Moreno¹cvcabrera@unach.edu.ec<https://orcid.org/0000-0001-6955-2805>Universidad Nacional de Chimborazo
Ecuador**Mario Vicente Cabrera Vallejo**mcabrera@unach.edu.ec<https://orcid.org/0000-0003-1383-6256>Universidad Nacional de Chimborazo
Ecuador**Jimena Maribel Pérez Sandoval**perez.jimena@unach.edu.ec<https://orcid.org/0009-0008-1498-1141>Universidad Nacional de Chimborazo
Ecuador**Stalyn Marcelo Torres Cobos**torres.cobos@unach.edu.ec<https://orcid.org/0009-0002-3100-9959>Universidad Nacional de Chimborazo
Ecuador**Hidalgo Wilfrido Salazar Yepez**hsalazar@unach.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-3809-647X>Universidad Nacional de Chimborazo
Ecuador

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad conocer si el horno mejorado es más eficiente en el uso de energía que el horno tradicional. Su objetivo principal consta en construir un horno de leña mejorado, optimizando el uso de energía y calor, seleccionar los materiales óptimos para la construcción del horno, ensamblar y medir las variables para determinar la eficiencia energética relacionando los datos obtenidos entre el horno mejorado y el tradicional. Este estudio de carácter cuasi experimental a nivel descriptivo permitió analizar el impacto del horno mejorado, describiendo las características necesarias para llevar a cabo la investigación. Los resultados señalan que el horno mejorado es más eficiente, alcanzando temperaturas más altas en menor tiempo, reduciendo el calentamiento de 40 a 7 minutos en contraste con el tradicional. Además, el aislante térmico utilizado, específicamente lana de vidrio, demostró ser eficaz al minimizar la pérdida de calor y mejorar el rendimiento energético del sistema. La implementación del horno mejorado contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir el consumo de leña. Su adopción a nivel nacional e internacional podría disminuir significativamente la deforestación y mitigar la emisión de gases contaminantes, fomentando un uso más eficiente y responsable de los recursos naturales.

Palabras clave: Aislante, Conductividad, Eficiencia, Energía, Temperatura.

¹ Autor principal

Correspondencia: cvcabrera@unach.edu.ec

Experimental construction of an improved wood-fired oven, to compare its efficiency with a traditional wood-fired oven

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine whether the improved kiln is more energy-efficient than the traditional kiln. Its main objective was to build an improved wood-fired kiln, optimizing energy and heat use, select optimal materials for kiln construction, assemble, and measure variables to determine energy efficiency by correlating the data obtained between the improved kiln and the traditional kiln. This descriptive, quasi-experimental study allowed for an analysis of the impact of the improved kiln, describing the characteristics necessary to carry out the research. The results indicate that the improved kiln is more efficient, reaching higher temperatures in less time, reducing heating from 40 to 7 minutes compared to the traditional kiln. Furthermore, the thermal insulation used, specifically glass wool, proved effective in minimizing heat loss and improving the system's energy efficiency. The implementation of the improved kiln contributes to environmental sustainability by reducing firewood consumption. Its national and international adoption could significantly reduce deforestation and mitigate the emission of polluting gases, promoting a more efficient and responsible use of natural resources.

Keywords: Conductivity, Efficiency, Energy, Insulator, Temperature

*Artículo recibido 06 septiembre 2025
Aceptado para publicación: 09 octubre 2025*



INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica representa uno de los desafíos ambientales más críticos en la actualidad, ya que se expande con rapidez y tiene repercusiones a nivel global. Según la Organización Mundial de la Salud [OMS], 2002, citado por Ballester, 2005, manifiesta que “la contaminación atmosférica como una de las más importantes prioridades mundiales en salud” en un reciente informe de la OMS, 2021, se observa que “casi toda la población mundial (el 99%) respira un aire que supera los límites recomendados por la Organización y contiene altos niveles de contaminantes; además, estos datos indican que la exposición es más elevada en los países de ingresos medianos y bajos.”

Una gran parte de esta problemática se debe a “Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa” (Universidad de Buenos Aires [UBA], 2014). Además según Manahan, s.f., citado por la UBA, 2014 considera que existen dos tipos de contaminantes atmosféricos siendo estos “Los contaminantes primarios son los que se emiten directamente a la atmósfera como el dióxido de azufre SO_2 , que daña directamente la vegetación y es irritante para los pulmones. Los contaminantes secundarios son aquellos que se forman mediante procesos químicos atmosféricos que actúan sobre los contaminantes primarios o sobre especies no contaminantes en la atmósfera.”

Ante esta situación, es fundamental encontrar alternativas energéticas más eficientes y sostenibles que contribuyan a reducir el impacto ambiental y optimizar el consumo de recursos naturales. Sabiendo que según Repsol, 2023, considera que “La eficiencia energética es imprescindible para conseguir reducir el consumo de energía sin que ello conlleve perder prestaciones y confort. Además, gracias a ella conseguimos ser más sostenibles porque reducimos las emisiones de CO_2 y resto de gases de efecto invernadero a la atmósfera”. En este contexto, surge la hipótesis de que la construcción experimental de un horno de leña mejorado no guarda una relación directa con un horno de leña tradicional, lo que hace necesario evaluar su eficiencia de manera independiente.



Por otro lado, en la ciudad de Guano, la producción artesanal de pan ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años. Sin embargo, en muchas ocasiones, esta actividad se desarrolla sin una planificación adecuada, lo que genera un uso poco eficiente de los recursos energéticos. Esta deficiencia se hace evidente en diversos aspectos del proceso productivo cómo se manifiesta en el Diario Expreso, 2022, donde “Una vez caliente el horno, de 2,40 metros de diámetro, se barre la leña de su interior con una planta del sauco, resistente al calor, y antes se mide la temperatura "al ojímetro", pues saben que está a unos 180 grados cuando ven una raya blanca en el filo interior de la puerta o cuando ponen la mano "y no puede resistir", explica Ricardo Jaramillo.”

Los hornos empleados en este proceso funcionan principalmente con leña, lo que no solo incrementa su demanda, sino que además produce una combustión que libera contaminantes a la atmósfera. Entendiendo que, “Una gran parte de la población mundial utiliza leña para cocinar y calentar el hogar, sobre todo en los países en desarrollo. Se calcula que la energía de la biomasa combustible tradicional asciende a casi la décima parte del total actual de la demanda humana de energía (más que la energía hidráulica y la nuclear juntas), y los combustibles leñosos constituyen probablemente unos dos tercios del consumo en los hogares” (Smith, s.f.). Esta situación no solo impacta negativamente en los ecosistemas locales, sino que también afecta la salud de los trabajadores involucrados en la producción y contribuye al incremento del efecto invernadero.

La presente investigación se propone evaluar si un horno mejorado puede optimizar el uso de energía en comparación con un horno tradicional. Para ello, se diseñó y construyó un modelo mejorado de horno de leña, priorizando la optimización del uso de calor y energía. Se realizó una selección cuidadosa de los materiales más adecuados para su fabricación, se llevó a cabo su ensamblaje y, posteriormente, se midieron diversas variables para determinar su nivel de eficiencia energética respecto a un horno convencional.

METODOLOGÍA

El presente estudio tiene un diseño Cuasi experimental, “En este subdiseño de la investigación experimental se cuenta con dos subniveles de la variable independiente: intervención realizada en un grupo experimental y un grupo control sin intervención. La característica de este tipo de investigación es la asignación no aleatoria en los grupos de intervención” (Galarza, 2021). Además, es de tipo

descriptiva, también conocida como la investigación estadística, describe los datos y este debe tener un impacto en las vidas de la gente que le rodea. “En este alcance de la investigación, ya se conocen las características del fenómeno y lo que se busca, es exponer su presencia en un determinado grupo humano. En el proceso cuantitativo se aplican análisis de datos de tendencia central y dispersión. En este alcance es posible, pero no obligatorio, plantear una hipótesis que busque caracterizar el fenómeno del estudio” (Galarza, 2020).

Como se trata de una investigación para determinar la eficiencia energética del horno de leña mejorado, la investigación no tiene muestra ni población involucrándose en la investigación. Las técnicas que se utilizarán serán observación directa, medición de trabajo, foro (inducción del trabajo que se realizará) y la revisión bibliográfica.

En esta investigación primero revisaremos la fuente secundaria, para determinar de qué forma se construye el horno mejorado o también llamado de tambor. Con esta información se procedió a seleccionar los materiales y con ponentes necesarios para la construcción del horno. Una vez determinado los materiales y procedimientos para la construcción se procedieron a ensamblar el horno mejorando.

Para el análisis de datos en esta investigación se utilizará las herramientas informáticas:

- Excel para realizar los cálculos de eficiencia.
- SPS para demostrar la hipótesis

Se planteó la siguiente hipótesis:

La construcción experimental de un horno de leña mejorado, no tiene relación directa con un horno de leña tradicional

Para la comprobación de hipótesis se hará uso de la técnica estadística:

Coeficiente de correlación de Pearson.- es una medida de la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas, se representa con el símbolo 'r' y proporciona una medida numérica de la correlación entre dos variables.

El siguiente cuadro narra el significado de cada variable, Conceptualización, indicador, técnica y el instrumento que se ocupó para la extracción de datos utilizados en la investigación.

Cuadro N° 1. Operacionalización de variables

Variable	Conceptualización	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente	Actividad que implica la construcción de un horno mejorado, para el cálculo de la eficiencia que tendrá el horno, en base a tiempos de horneado y nivel máximo de temperatura alcanzada.	Temperatura alcanzada: la temperatura en grados centígrados.)	Observación directa Encuestas Medición de temperaturas. Revisión bibliográfica.	Mano de obra para la construcción Estructura metálica de acero para alimentos inoxidable. Ladrillos Fibra de vidrio Varillas Cemento refractario Barro
V. Dependiente	El concepto de eficiencia energética hace referencia a la capacidad para obtener los mejores resultados en cualquier actividad empleando la menor cantidad posible de recursos energéticos. Permite reducir el consumo de cualquier tipo de energía y con ello los posibles impactos ambientales asociados a ella. Esto es aplicable desde la generación de dicha energía hasta su consumo final. (Zamora, 2022)	Comparación de tiempo de horneado, entre el horno mejora y el horno convencional. Resultados de comparación de eficiencia entre los hornos	Recolección de datos secundarios Observación	Cronometro Termómetro Computador Softwares

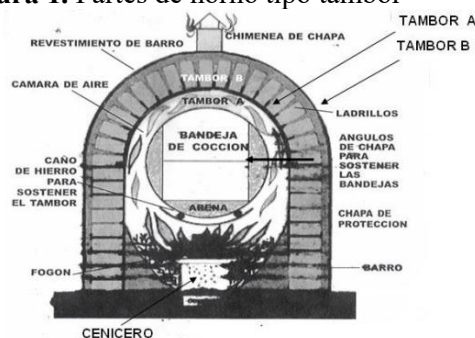
Fuente: Propia de los autores



Funcionalidad del horno

Es increíble que el horno no desprenda humo durante la combustión. Aparece una especie de trama de gases transparente que casi no se ve. La leña, que son solo recortes secos, entra en la cámara de fuego y se enciende con fuerza gracias a la ventana, abierta en este caso para el impulso de aire necesario. Inmediatamente pasa a la cámara de circulación de gases, un espacio hueco y soldado entre el tanque principal y otro, que genera el túnel de combustión. El calor es mucho más intenso que con el método convencional y la cantidad de leña no tiene punto de comparación. (Arroba, 2017)

Figura 1. Partes de horno tipo tambor



Fuente: (Cazorla & Soler, 2015)

Selección de materiales más óptimos para la construcción del horno mejorado

Se ha seleccionado lámina de acero de 1.5mm de espesor para la cámara interior, para las latas, para los separadores, para guías y los soportes, se ha seleccionado acero inoxidable tipo 304 por su costo a diferencia del acero 316 que es más costo y es indicado para un uso de ácidos y a materiales corrosivos. Se ha determinado que tiene que ser de acero inoxidable porque es de los recomendados para industria alimenticia. El acero inoxidable 304 es esencialmente no magnético en estado recocido, los aceros inoxidables son aleaciones de hierro con un mínimo de un 10,5% de cromo (Euroinox, 2017). Para especiaciones técnicas sobre el acero AISI 304

Figura 2. Láminas de acero inoxidable AISI 304 mate.



Fuente: Fuente: Propia de los autores

Lamina de acero (430)

Se ha seleccionado acero 430 para el exterior del horno y la chimenea. Este acero 430 contiene, de un modo general, un tenor de cromo superior. Este aumento en la cantidad de cromo mejora la resistencia a la corrosión en diversos medios, pero sacrifica en parte otras propiedades, como la resistencia al impacto. Es un acero que soporta a la intemperie y a un clima corrosivo este acero 430 contiene 16 a 18% de cromo y un máximo de 0,12% de carbono (National Kwikmwatal Service [NKS], 2019)

Figura 3. Láminas de acero inoxidable tipo 430.

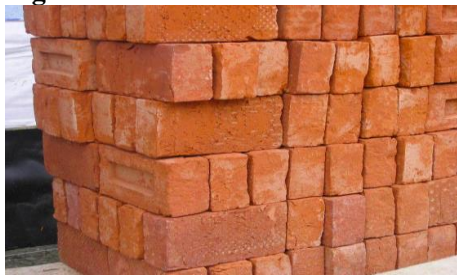


Fuente: Propia de los autores

Ladrillo de construcción

Se ha utilizado ladrillo de construcción común ya que se recubrió previamente el exterior metálico del horno con lana de vidrio, asilando así el calor, y que no afecte el exterior y al ladrillo. Se puede recubrir el horno con ladrillo normal gracias a la gran eficiencia del aislante usado para este horno mejorado.

Figura 4. Ladrillos de construcción.



Fuente: Propia de los autores

Lana de Vidrio

Se escogió lana de vidrio como aislante térmico para el horno mejorado. Esta lana de vidrio recubre todo el exterior metálico del horno. Lo que permite que se aproveche al máximo el calor en el horno. La lana de vidrio es una fibra mineral fabricada con millones de filamentos de vidrio unidos con un aglutinante. El espacio libre con aire atrapado entre las fibras aumenta la resistencia a la transmisión de calor (H y N Empaquetaduras, 2020).

Figura 5. Ladrillos de construcción.



Fuente: (Empresas R&R Empresasry, 2024)

Cemento refractario

Pese a que el aislante de vidrio actúa muy eficiente aislando el calor se ha recubierto con cemento refractario y ladrillos de construcción. Los materiales refractarios son los componentes principales en la construcción de hornos para procesos a altas temperaturas sin sufrir algún daño como corroerse o debilitarse. Por tal motivo el hombre se ha visto en la necesidad de obtener materiales refractarios que cumplan con los requisitos que se están buscando para la aplicación en diversas industrias (Ortiz, 2013).

Figura 6. Cemento refractario.



Fuente: Propia de los autores

En los hornos tradicionales existe contaminación, del producto por la quema directa del material combustible (leña de eucalipto) en el hogar, contaminando el producto con ceniza y CO₂. El ministerio de salud ya tuvo un llamado de atención a todas las panaderías que utilizan estos hornos tradicionales en el cantón Guano.

En este proyecto de investigación como alternativa de solución se ha procedido a diseñar un horno que permite la transferencia de calor por conducción a través de una pared metálica de acero inoxidable, evitando la contaminación del producto.

Figura 7. Funcionamiento del horno mejorado

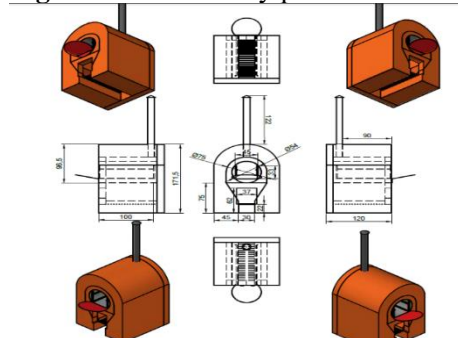


Fuente: Propia de los autores

A continuación se presentan los dibujos del horno mejorado y los dibujos del horno tradicional.

Diseño del horno mejorado en AutoCAD.

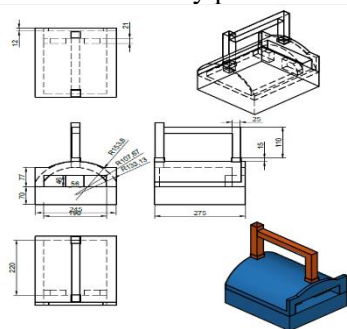
Figura 8. Estructura y planos del horno mejorado.



Fuente: Propia de los autores

Diseño del horno tradicional en AutoCAD.

Figura 9. Estructura y planos del horno tradicional.



Fuente: Propia de los autores

Se realizó el diseño de la estructura del horno mejorado, utilizando como fuente de información otras investigaciones, para así enviar al técnico que construyo la estructura de acero inoxidable específico para alimentos, cumpliendo con la exigencia del ministerio de salud en la preparación de alimentos, diferenciándose de los hornos presentados en otras investigaciones que lo realizan tan solo en hierro comercial y sin usar un aislante térmico para mejorar el rendimiento del nuevo horno. Gaona et al., (2023) afirman que se utiliza acero inoxidable debido a que posee propiedades anticorrosivas y reflectivas, motivo por el cual es ideal en aplicaciones tales como hornos.

Figura 10. Estructura metálica de acero inoxidable del horno mejorado.



Fuente: Propia de los autores

Presupuesto

Cuadro N° 2. Presupuesto invertido en el proyecto

Activo	Costo
Estructura metálica de acero inoxidable	600\$
Materiales de construcción	150\$
Lana de vidrio	40\$
Mano de obra	200\$
TOTAL	990\$

Nota: Para la aplicación de este proyecto se ha invertido aproximadamente: 990\$

Aplicación

Se inició escogiendo el lugar para luego empezar con la cimentación del lugar, mediante el texto de Cruz (2023) se refiere a esta como una acción para mantener un solo nivel y crear una superficie. A continuación se niveló y se colocó los primeros ladrillos base del horno. Se comenzó así la construcción del horno mejorado con su base y luego con la bóveda de cenicero. Se cimentó las varillas que servirán de parrilla para que la leña quemada pueda descender y la limpieza de la ceniza sea de una manera fácil. Munguia (2023) define a la limpieza del horno como una parte esencial en el mantenimiento del horno debido a que esto puede afectar directamente en los años de vida útil del horno.

Figura 11. Parrilla del horno mejorado



Fuente: Propia de los autores

Se construyó el espacio para el fogón, el lugar donde se quema la leña, de manera escalonada para que el calor y el humo se pueda distribuir de mejor manera por los lados. Conforme a lo establecido por Quirama y Vergara (2014), los fogones tradicionalmente “tienen áreas de 0.4 m² (largo x ancho), la altura es variable en promedio de 0.20 a 0.50 m” Se cimento también con ayuda de varillas una lata que será donde el calor de la llama pegue de manera directa, evitando así que la combustión de la leña cree hollín en el barril del horno mejorado y ayudando a la distribución del calor a los lados del horno que es el calor envolvente que está circulando por dentro del horno.

Figura 12. Interior fogón



Fuente: Propia de los autores

Se continúa con la estructura metálica en posición para cubrirla con ladrillo, pero antes tenemos que colocar el aislante térmico que se escogido para este proyecto, que es la lana de vidrio. Conforme a lo establecido por Urdy (2024), menciona que bajo condiciones de temperatura y humedad la fibra de vidrio es el mejor aislante sobre otros aislantes como la lana mineral de roca o el poliestireno expandido. Este aislante fue colocado alrededor de la estructura metálica, para que las pérdidas de calor sean menores y el horno aumente su eficiente al aprovechar al máximo el calor alrededor del horno.

Nos aseguramos de que el horno sea completamente lleno con la lana de vidrio, tratando de compactar lo que más se pueda, para que no exista filtración de calor ni perdidas al momento de cocinar los alimentos. Se llenará hasta la corona del horno con lana de vidrio para que aislé todo el calor posible.

Finalmente se cubre todo el horno con ladrillos los cuales servirán como refractarios. Según Sánchez et al. (2014) mencionan que el refractario debe poseer características como un elevado punto de fusión, además de tener la capacidad para funcionar como aislante o como almacenador de calor a la par de poseer una resistencia ante factores físico-químicos. Además, según Aristizábal (2010), menciona que al utilizar ladrillos se evitaban “perdidas de calor por conducción y maximizar la transferencia calórica”

Figura 13. Horno cubierto



Fuente: Propia de los autores

Finalmente se termina de enlucir todo el horno para que tenga una mejor presentación construido el horno mejorado se lo dejo secar durante 15 días, para que las paredes y ladrillos se sequen por completo y evitar que se generen grietas en el horno.

Figura 14. Comprobación de una correcta construcción



Fuente: Propia de los autores

Posterior a esto se procedió a encender el horno y a comprobar que no haya grietas ni fugas de calor por las paredes y al rededor del horno. Según Barturén y Durand (2022), es esencial identificar esto debido a que “las dimensiones tienden a incrementar con el paso del tiempo, lo cual permitirá mayor riesgo de ingreso de agua y/o agentes químicos, exponiendo al peligro a la estructura y reduciendo su periodo de vida útil”. Una vez que se comprobó que el horno estaba en perfectas condiciones se dio paso a tomar los datos de temperatura para las comparaciones respectivas con el horno tradicional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se dijo en el punto anterior las pruebas se realizaron el 10 de octubre de 2018, con un termómetro infrarrojo, equipo que la UNACH me pudo facilitar para poder medir temperaturas altas y de una manera más cómoda que con otro tipo de termómetro, esto se debe a que según Masapanta y Suarez (2022) lo definen como “un instrumento que es capaz de medir la temperatura de un objeto sin tocarlo, a partir de la medición del calor en forma de radiación que emite el objeto”. Razón por la cual se aplicó y se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro N° 3. Horno de leña tradicional (HT)

Horno de Leña Tradicional (HT)						
Tiempo (minutos)	Temperatur a en la pared de entrada HT (C°)	Temperatur a en la pared mitad del horno HT (C°)	Temperatur a en la pared de fondo HT (C°)	Temperatur a pared externa HT (C°)	Temperatur a en el medio del horno HT (C°)	Temperatur a promedio de las paredes HT (C°)
0	212	252	210	37	184	224,67
10	201	242	189	36	183	210,67
20	198	223	192	35	190	204,33
30	204	220	190	35	186	204,67
40	180	203	185	34	178	189,33
50	167	190	187	34	170	181,33
60	166	178	175	34	175	173,00
70	169	174	178	33	171	173,67
80	160	171	176	34	162	169,00
90	158	168	174	35	160	166,67
100	151	165	172	34		162,67

Fuente: Propia de los autores

Interpretación: La tabla ilustra la distribución de la temperatura en un Horno de Leña Tradicional (HT) durante el uso, resaltando que la pared de la mitad del horno logra las temperaturas más elevadas en relación a otros puntos registrados. En un principio, esta área registra 252°C, sobrepasando tanto la entrada como el fondo del horno, lo que señala que en este lugar se acumula más calor. Con el paso del tiempo, la temperatura se reduce en todas las zonas, aunque la pared media continúa conservando niveles elevados, mientras que la pared exterior se conserva con temperaturas notablemente inferiores, funcionando como un aislante. Esta información es valiosa para perfeccionar la utilización del horno, garantizando una distribución más equitativa del calor en los procesos de cocción.

Cuadro N° 4. Horno mejorado (HM)

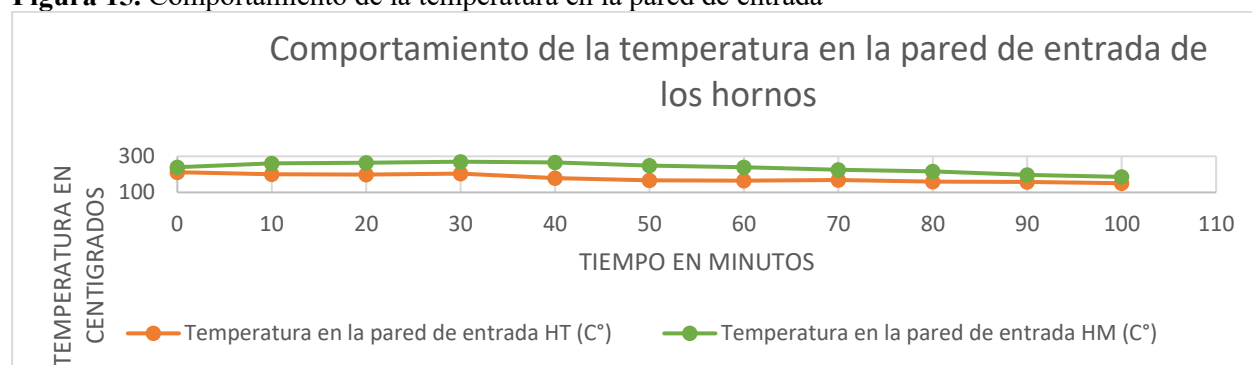
Horno de Leña Mejorado (HM)						
Tiempo (minutos)	Temperatura en la pared de entrada HM (C°)	Temperatura en la pared mitad del horno HM (C°)	Temperatura en la pared de fondo HM (C°)	Temperatura pared externa HM (C°)	Temperatura en el medio del horno HM (C°)	Temperatura promedio de las paredes HM (C°)
0	240	245	226	32	250	237
10	261	260	244	33	260	255
20	265	265	251	34	263	260,33
30	270	268	257	35	270	265
40	266	268	249	33	250	261
50	248	254	237	32	230	246,33
60	239	241	235	32	220	238,33
70	225	235	222	31	210	227,33
80	217	215	209	30	189	213,67
90	197	203	189	30	178	196,33
100	186	191	180	30	170	185,67

Fuente: Propia de los autores

Interpretación: La tabla presenta la distribución de la temperatura en un Horno de Leña Mejorado (HM) durante el tiempo de uso, lo que evidencia una eficiencia térmica superior en comparación con un horno convencional. En un principio, la pared de la mitad del horno tiene la temperatura más elevada (245°C), manteniéndose alta en comparación con la entrada y el fondo. En contraste con el horno convencional, este modelo conserva de manera más eficiente el calor a lo largo del tiempo, llegando a un máximo en los primeros 30 minutos y reduciéndose gradualmente tras los 60 minutos. La temperatura en la pared exterior continúa siendo baja, lo que señala un aislamiento adecuado. Este comportamiento térmico indica que el horno optimizado mejora la repartición del calor, promoviendo un proceso de cocción más eficaz y extendido.

Comparación de resultados obtenidos:

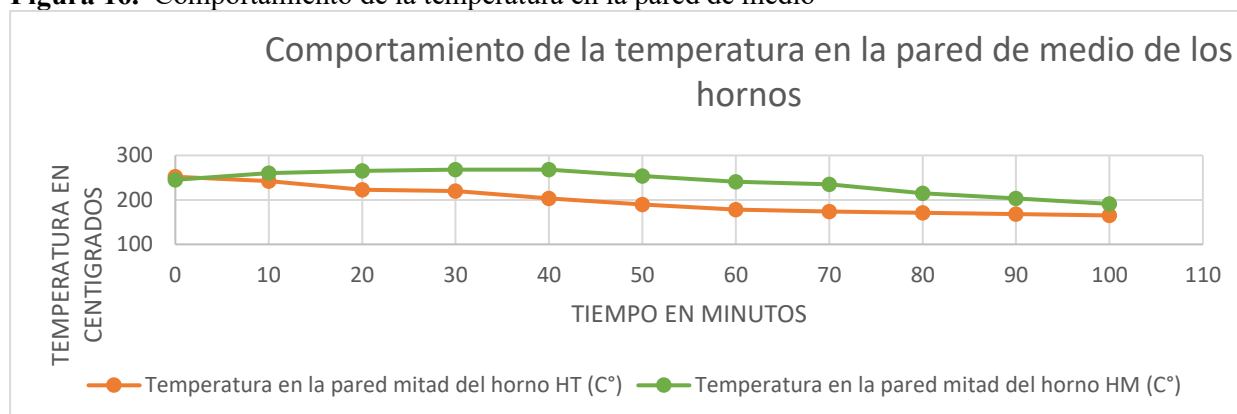
Figura 15. Comportamiento de la temperatura en la pared de entrada



Fuente: Propia de los autores

Interpretación: El diagrama comparativo el cambio de la temperatura en la pared de entrada de dos modelos de hornos: el Horno de Leña Tradicional (HT) y el Horno de Leña Mejorado (HM) con el transcurso del año. Se nota que el horno mejorado (línea verde) logra temperaturas superiores y las sostiene durante un periodo más extenso en comparación con el horno convencional (línea naranja). Al principio, la temperatura en el HM se eleva rápidamente, llegando a su máximo alrededor de los 30 minutos, y posteriormente disminuye de manera gradual. Por otro lado, el horno tradicional (línea naranja) muestra temperaturas más bajas desde el comienzo, mostrando un aumento más moderado y una reducción. Esto señala que el horno mejorado posee una mayor conservación y reparto del calor, lo que lo convierte en un equipo más eficaz para la cocción en comparación con el horno convencional, que disminuye la temperatura a una velocidad más rápida en la pared de entrada.

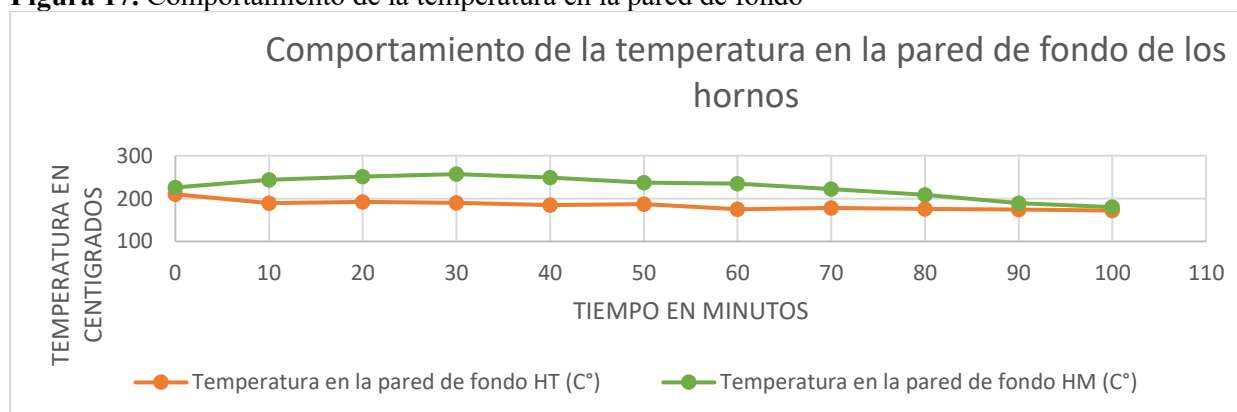
Figura 16. Comportamiento de la temperatura en la pared de medio



Fuente: Propia de los autores

Interpretación: El diagrama ilustra el cambio de la temperatura en la pared media de dos hornos (HT y HM) con el transcurso del tiempo. Se nota que el horno HT disminuye constantemente desde el comienzo, pasando de cerca de 250°C a 150°C en 100 minutos, mientras que el horno HM al principio conserva e incluso incrementa su temperatura antes de empezar a bajar tras los 50 minutos, pero de manera más paulatina. Esto indica que el horno HM posee una retención de calor superior en comparación con el horno HT.

Figura 17. Comportamiento de la temperatura en la pared de fondo

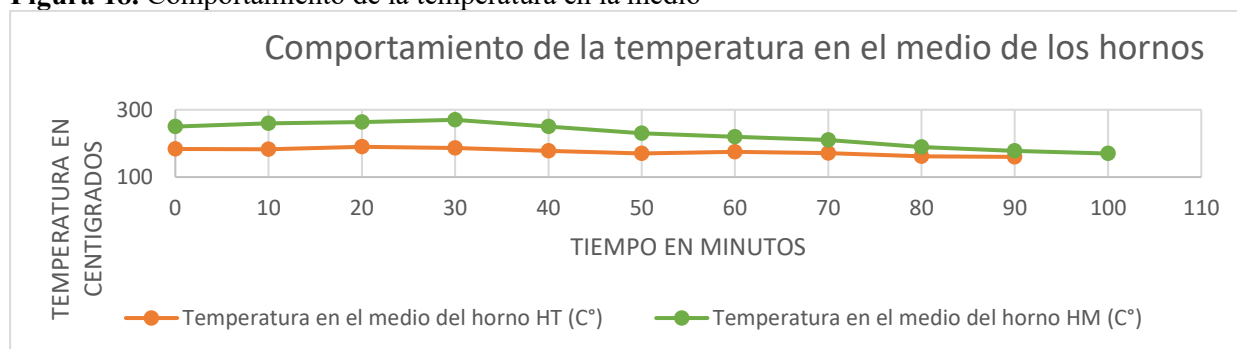


Fuente: Propia de los autores

Interpretación: El diagrama ilustra el cambio de la temperatura en la pared de fondo de dos hornos (HT y HM) a través del tiempo. Se nota que la temperatura en la pared inferior del horno HT se conserva bastante estable con una leve reducción, fluctuando entre 180°C y 160°C. Por otro lado, en el horno HM, la temperatura inicialmente se eleva hasta llegar a un pico cercano a 260°C durante

aproximadamente los 40-50 minutos, antes de empezar a bajar gradualmente. Esto señala que el horno HM retiene y acumula mayor cantidad de calor en su pared de fondo en contraste con el horno HT, que conserva una temperatura más estable pero inferior, lo que apunta a discrepancias en la capacidad de aislamiento o en la repartición térmica de ambos hornos.

Figura 18. Comportamiento de la temperatura en la medio

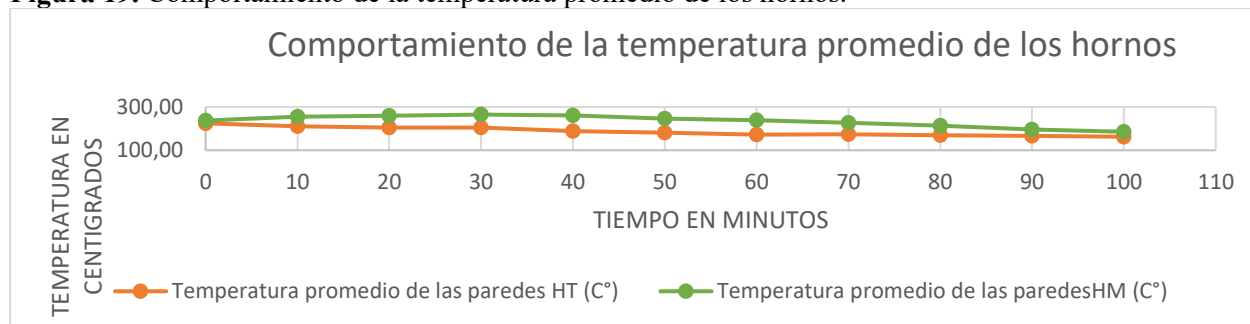


Fuente: Propia de los autores

Interpretación: El diagrama presenta el cambio de la temperatura en el núcleo de dos hornos (HT y HM) con el transcurso del tiempo. En el horno HT (línea naranja), la temperatura se conserva bastante constante con pequeñas fluctuaciones entre 160°C y 180°C, en cambio, en el horno HM (línea verde), la temperatura se eleva hasta llegar a un máximo cercano a los 270°C durante aproximadamente 30-50 minutos, para después bajar gradualmente. Esto señala que el horno HM acumula más calor en su zona central, mientras que el horno HT conserva una temperatura más estable pero menor, lo que apunta a variaciones en la eficiencia térmica y la capacidad de conservación de calor entre ambos hornos.

Línea Base

Figura 19. Comportamiento de la temperatura promedio de los hornos.



Fuente: Propia de los autores

Interpretación: El siguiente diagrama ilustra la conducta de la temperatura media en los hornos. Se nota que, durante los intervalos de 20 a 40 minutos, la temperatura media del horno mejorado (HM) se conserva más estable en comparación con la del horno convencional (HT). Para el HT, se observan descensos de temperatura más grandes con menos picos, lo que señala una eficiencia térmica inferior. Por otro lado, el HM consigue mantener una temperatura elevada y estable, demostrando una eficiencia superior en la retención. Los datos reflejados dentro del horno mejorado se asemejan a los que presentan otros hornos denominados como de alto rendimiento. Según Battro (2006), “La temperatura del horno cuando la estufa está bien caliente es de unos 280 °C”.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se concluye que el horno mejorado es más eficiente que el horno tradicional al llegar a temperaturas más altas y llegar a ellas en mucho menor tiempo. Esto es beneficioso debido a que se “los hornos mejorados presentan una menor emisión de CO₂, consumen menor cantidad de leña y perjudican menos la salud ya que producen menor cantidad de humo” (Rugama et al., 2021). Al realizar los cálculos en SPSS se aceptó la hipótesis de investigación. Que dice que las medidas de temperatura del horno mejorado, no tiene relación directa con el horno de leña tradicional. Al cumplir con un 70.5% aceptando la hipótesis de investigación.

El aislante térmico que se utilizó para la construcción cumple con las exigencias de trabajo, ya que el horno al exterior no presenta presencia de calor, asilando así el calor gracias al aislante de lana de vidrio, aumentando también la eficiencia del horno mejorado. Según Lema (2022) describió a la lana de vidrio como un buen aislante para evitar y corregir fugas que pueden presentarse en un horno de leña. Al momento de encender los hornos, el horno mejorado es mucho más veloz al momento de calentarse. El horno tradicional toma un tiempo de 40 minutos a diferencia del horno mejorado que solo le toma 7 minutos en estar listo para comenzar a trabajar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aristizábal Hernández, J. D. (2010). Estufas mejoradas y bancos de leña: una alternativa de autoabastecimiento energético a nivel de finca para dependientes de los bosques de roble de la cordillera Oriental. Colombia forestal, 13(2), 245-256.

- Arroba, D. (13 de enero de 2017). Obtenido de <https://shungotola.com/como-hicimos-un-horno-tipo-rocket-a-muy-bajo-costo/>
- Barturén del Villar, C. A., & Durand Yucra, D. A. Propuesta de concretos con cementos adicionados y fibras estructurales para mitigar la fisuración por contracción plástica y por secado en edificios de ductilidad limitada en Lima.
- Battro, P. M. (2006). Estufa a leña de alto rendimiento.
- Ballester, F. (2005). Scielo España. Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/resp/v79n2/colaboracion3.pdf>
- Cazorla, C., & Soler, P. (2015). Construcción del horno de tambor- Fichas técnicas: Programa Pro Huerta.
- Cruz, E. F. Q. Diseño y Construcción de Vivienda Contemplando el uso del 'Yotojoro' Para la Comunidad Indígena Wayuu en la Alta Guajira.
- Diario Expreso. (18 de julio de 2022). Expreso EC. Obtenido de <https://www.expreso.ec/actualidad/cholas-guano-pan-sabor-historia-pueblo-magico-ecuador-131796.html>
- Empresas R&R Empresasry. (05 de agosto de 2024).
- Euroinox. (01 de noviembre de 2017). World Stainless. Obtenido de https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/FormingPotential_SP.pdf
- Gaona-González, J., Merino-Vivanco, R., Carrión-González, J., Vega-León, A., González-Espinosa, J., & Vargas-Naula, A. (2023). Diseño y construcción de un prototipo de esterilización empleando radiación UV-C para alimentos industrializados. *Cedamaz*, 13(1), 56-64.
- Galarza, C. R. (2020). Dialnet. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7746475.pdf>
- Galarza, C. R. (2021). Dialnet. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7890336.pdf>
- H y N Empaquetaduras. (noviembre de 2020). Obtenido de <https://www.hynempaquetaduras.com/producto/lana-de-vidrio/>

- Lema Chicaiza, A. D. (2022). Diseño y Construcción de una Cocina con tres Quemadores y Horno a Leña.
- Manahan, S. E. (s.f.). Introducción a la química ambiental. Editor Reverte.
- Masapanta Masapanta, A. L., & Suárez Herrera, A. N. (2022). Manual de funcionamiento, mantenimiento y aplicación pedagógica de la balanza digital y termómetro infrarrojo láser en el Laboratorio de Investigación de Lácteos de la Carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Munguia, R. G. R. (2023). Estudio de factibilidad para la inversión en un restaurante de pollos con hornos refractarios funcionando a base de leña en la ciudad de La Ceiba.
- National Kwikmwat Service [NKS]. (2019). Obtenido de <https://nks.com/es/distribuidor-de-acero-inoxidable/acero-inoxidable-430/>
- OMS. (25 de junio de 2021). Obtenido de https://www.who.int/es/health-topics/air-pollution#tab=tab_1
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2002). Informe de Estado de la salud en el mundo.
- Ortiz, L. I. (junio de 2013). Eprints Universidad Autónoma de Nueva León. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/7278/1/1080259462.pdf>
- Quirama, J. F. R., & Vergara, A. L. T. (2014). Consumo de leña en fogones tradicionales en familias campesinas del oriente antioqueño. Producción+ Limpia, 9(1), 99-114.
- Repsol. (18 de octubre de 2023). Obtenido de <https://www.repsol.com/es/sostenibilidad/ejes-sostenibilidad/cambio-climatico/eficiencia-energetica/que-es-la-eficiencia-energetica/index.cshtml#:~:text=La%20eficiencia%20energ%C3%A9tica%20es%20imprescindible,efecto%20invernadero%20a%20la%20atm%C3%B3sfera>
- Rugama, J. A. C., Martínez, R. F. U., & Maradiaga, J. A. B. (2021). Eficiencia energética en hornos mejorados para la producción de rosquillas en la ciudad de Condega, Nicaragua, en el año 2020. Revista Científica de FAREM-Estelí: Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano, (38), 166-184.



- Sánchez-Molin, J., Orozco-Cacique, J. A., & Peñaloza-Isidro, L. (2014). Evaluación de mezclas de arcillas para la fabricación de ladrillos refractarios que sirvan para la reconversión tecnológica de los hornos utilizados en Norte de Santander. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 26(1), 59-66.
- Smith, K. R. (s.f.). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Obtenido de <https://www.fao.org/4/a0789s/a0789s09.htm>
- Universidad de Buenos Aires [UBA]. (31 de octubre de 2014). Repositorio UBA. Obtenido de <https://www.agro.uba.ar/users/semmarti/Atmosfera/contatmosf.pdf>
- Urdy Parisaca, E. S. (2024). Evaluación de Materiales Aislantes Térmicos Comercialmente Disponibles en Arequipa para Mejorar el Confort Térmico de un Hotel en Andagua mediante la Simulación.
- Zamora, A. S. (26 de abril de 2022). Dialnet. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8638042.pdf>