



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-Estelí

**Análisis de eficiencia en hornos mejorados para la producción de
rosquillas en la ciudad de Condega, en el año 2020.**

Trabajo monográfico para optar

al grado de

Ingeniero en Energías Renovables

Autores

Jeffry Alexander Castillo Rugama.

Rommel Francisco Umanzor Martínez.

Tutor

Dr. Juan Alberto Betanco Maradiaga.

Estelí, viernes 28 de enero de 2021.



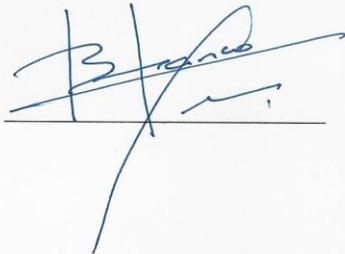
CARTA AVAL DEL TUTOR
Monografía de los estudiantes de Ingeniería en Energías Renovables:
Jeffry Alexander Castillo Rugama
Rommel Francisco Umanzor Martínez

Por este medio, estoy avalando el documento de monografía titulado Análisis de eficiencia en hornos mejorados para la producción de rosquillas en la ciudad de Condega, en el año 2020, presentado por los bachilleres Jeffry Alexander Castillo Rugama y Rommel Francisco Umanzor Martínez; ya que contiene la fundamentación científico-metodológica necesaria, así como las incorporaciones sugeridas por el jurado calificador.

Atentamente,

Nombre del tutor: Juan Alberto Betanco Maradiaga

Firma

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to read 'Betanco Maradiaga'.

Agradecimiento

Estamos muy agradecidos primeramente con Dios, pues él es quien nos ha dado vida para poder realizar este trabajo, gracias a él, hoy tenemos la dicha de poder estar de pie, nunca nos abandonó, siempre estuvo ayudándonos en cada dificultad durante nuestra carrera, Le amamos mucho.

Agradecemos a nuestros padres, gracias a ellos hemos podido llegar hasta aquí, nunca nos abandonaron siempre estuvieron velando por cada uno de nosotros para poder lograr nuestros sueños, gracias por los valores que nos brindaron, pues estos enseñaron hacer más capaces en la vida, les amamos mucho.

De igual manera agradecemos a nuestros maestros, gracias por la persistencia que nos tuvieron por estos últimos 5 años de formación universitaria, gracias por los conocimientos que nos compartieron, gracias.

Damos las gracias a nuestro maestro tutor, Dr. Juan Alberto Betanco Maradiaga, los conocimientos que nos compartió nos ayudó mucho en la realización de este trabajo, gracias por los consejos que nos abordó en cada tutoría, nos enseñaron a no rendirnos y no dar un paso atrás, gracias.

Agradecemos a las personas que siempre estuvieron al frente para ayudarnos a realizar este trabajo brindándonos su conocimiento y apoyo emocional, a nuestros compañeros de la carrera que en medio risas, enojos, tristezas siempre nos apoyaron durante los 5 años de nuestra carrera, gracias.

MUCHAS GRACIAS..

Dedicatoria

Sin su sabiduría y su respaldo no hubiésemos culminado nuestra investigación, es por eso que dedicamos nuestro trabajo principalmente a:

Dios: porque gracias a él hemos podido llegar al final de esta investigación, pues él ha estado en todo momento, nos ha dado la vida y nos brindó la fuerza para poder para poder concluir con nuestros estudios.

A nuestra familia: que siempre estuvieron dándonos ánimos en cada momento de dificultad que se nos presentaron a lo largo de este camino de preparación para seguir adelante y no desistir de nuestras metas, por darnos el apoyo económico y enseñarnos a ser cada día mejores personas en la vida.

Índice General

Capítulo I	1
1. Introducción.....	1
2. Planteamiento del problema.....	3
3. Justificación.....	5
4. Objetivos	6
Objetivo General:	6
Objetivos específicos:	6
Capitulo II	7
5. Antecedentes	7
6. Marco teórico.....	9
6.1. Primera ley de la termodinámica	9
6.2. La transferencia de calor.....	10
6.1.2. ¿Qué es Transferencia de calor?	10
6.1.3. Transferencia de calor por conducción:	10
6.1.4. Transferencia de calor por convección:.....	11
6.1.5. Transferencia de calor por radiación:	12
6.3. Eficiencia	13
6.3.1. Eficiencia energética.....	14
6.3.2. Eficiencia térmica	15
¿Qué son los Hornos?	19
6.4. Clasificación de los hornos.....	19
6.4.1. Hornos tradicionales:.....	19
6.4.2. Hornos industriales.....	20
6.4.3. Horno de leña.....	21
6.4.4. Horno de gas.....	22
6.4.5. Horno eléctrico.	23
6.4.6. Cocina solar.	24
6.4.7. El horno de crisol.	25

6.4.8.	Horno de microondas.....	26
6.4.9.	Hornos mejorados.....	26
6.5.	Metodología para la evaluación de hornos mejorados.....	26
6.6.	Componentes de un horno tradicional mejorado.....	28
6.7.	Beneficios de un horno mejorado.	29
6.7.1.	Ahorro de energía.....	29
6.7.2.	Reduce la contaminación CO ₂	29
6.7.3.	Consumo de leña en Nicaragua.	29
6.8.	Los ladrillos	30
6.9.	Mantenimiento	30
6.9.1.	Tipos de mantenimiento	31
7.	Hipótesis de investigación	32
Capítulo III.....		33
8.	Diseño metodológico	33
8.1.	Tipo de estudio.....	33
8.2.	Área de investigación.....	33
8.2.1.	Área de conocimiento	33
8.2.2.	Área geográfica.....	33
8.3.	Operacionalización de variables.....	34
8.4.	Población y muestra.	38
8.5.	Métodos y técnicas recopilación de información datos.	38
8.6.	Análisis y Tabulación de datos.....	39
Capítulo IV.....		40
9.	Resultados y discusiones.....	40
Características físicas y técnicas:		40
Características físicas		40
Característica técnicas:		41
•	Cálculo de eficiencia para un horno mejorado.....	52
•	Cálculo de eficiencia para un horno tradicional.....	57
Capítulo IV.....		63
10.	Conclusiones.....	63

11. Recomendaciones.....	64
12. Bibliografías.....	65
13. Anexos	68

Índice de figuras

<i>Figura 1. Horno tradicional para la producción de rosquillas, fuente: Barcus 2019.</i>	20
<i>Figura 2. Horno industrial para secado de madera</i>	20
<i>Figura 3. Horno de leña en forma de bóveda o cúpula</i>	21
<i>Figura 4. Horno de gas.....</i>	23
<i>Figura 5. Hornos eléctricos</i>	23
<i>Figura 6. Cocina solar</i>	25
<i>Figura 7. Horno de crisol para fundición de metal</i>	25
<i>Figura 8. Construcción de horno tradicional</i>	29
<i>Figura 9. Esquema de las características físicas de un horno mejorado.....</i>	40
<i>Figura 10. Cámara de combustión de un horno mejorado</i>	41
<i>Figura 11. Estructura física de un horno mejorado, Fuente: M Umanzor 2021- AutoCAD.</i>	42
<i>Figura 12. Temperatura (°C) Cámara de cocción de hornos mejorados – tradicionales</i>	43
<i>Figura 13. Temperaturas (°C) de cámara de combustión de hornos mejorados – tradicionales, Fuente: Spss.....</i>	44
<i>Figura 14. temperatura en cámara de combustión de hornos mejorados- tradicionales</i>	45
<i>Figura 15. Peso de la leña en hornos mejorados- tradicionales, Fuente: Spss.</i>	46
<i>Figura 16. Peso de la leña en ceniza en hornos mejorados- tradicionales, Fuente: Spss.....</i>	47
<i>Figura 17. Humedad de la leña en hornos mejorados- tradicionales, Fuente: Spss.</i>	48

índice de tablas

Tabla 2. correlación de variables de eficiencia de hornos mejorados y hornos tradicionales, Fuente: Spss.....	49
Tabla 3. Datos para calcular el calor de en barril en un horno mejorado.....	52
Tabla 4. Datos específicos del aire.	53
Tabla 5. Datos técnicos para calcular la transferencia de calor por radiación.....	55
Tabla 6. Datos recolectados para calcular la eficiencia de un horno tradicional.....	57
Tabla 7. Datos para calcular la transferencia de calor por radiación en un horno tradicional.....	59
Tabla 8. Porcentaje de eficiencia de un horno mejorado y un horno tradicional.....	61
Tabla 1. Propietarios de los hornos tradicionales entrevistados.....	73

Índice de anexos

Anexo 1. Instrumentos de mediciones	68
Entrevista realizada a los propietarios de los hornos mejorados.....	68
Anexo 2. Graficas	69
Gráfico de estructura de las importaciones petroleras por empresa.....	69
Anexo 3. Figuras.....	70
Toma de temperatura en cámara de combustión y cámara de cocción de un horno mejorado.....	70
Toma de temperatura con termómetro laser en cámara de combustión del horno mejorado	70
Toma de datos de temperatura	71
Estructura de horno mejorado.....	71
Propietaria preparando la masa para las rosquillas.....	72
Medición de CO2 durante el proceso de cocinado de rosquillas.....	72
Introducción de la leña en la cámara de combustión del horno mejorado. ...	73
Introducción de la rosquilla en la cámara de cocción del horno mejorado. ...	73

Resumen

El objetivo principal de esta investigación es: Analizar la eficiencia energética de hornos mejorados para la producción de rosquillas en la ciudad de Condega, año 2020. El presente estudio se fundamenta en la integración sistémica de los métodos y técnicas cuantitativas de investigación, por tanto, se realiza mediante un Enfoque Filosófico de Investigación cuantitativo. La muestra del estudio es no probabilístico, con 6 hornos en total, donde 3 hornos son mejorados y los otros 3 son tradicionales. Los instrumentos que se utilizaron fueron: la entrevista estructurada, se utilizaron equipos para mediciones de CO₂ y temperatura. Debido a los resultados obtenidos de hornos mejorados en la ciudad de Condega municipio de Estelí han dado resultados positivos en las familias que están implementando este tipo de hornos, teniendo una menor contaminación de CO₂ en el interior de la casa y al aire libre, esto se debe al diseño de los hornos y a su buena estructura implementada, de igual manera consumiendo una cantidad menor de leña a la que consume un horno tradicional, así mismo las afectaciones en la salud son menores, garantizando mayor tiempo de vida a las personas que ocupan estos hornos, el tiempo de cocción es más eficiente en los hornos mejorados a diferencia a los hornos tradicionales. Se logró la eficiencia de los hornos mejorados y hornos tradicionales, se obtuvo que la eficiencia de un horno mejorado es de 66.8% y de uno tradicional es de 21.4%.

Palabras claves: Eficiencia térmica, hornos mejorados y emisiones de CO₂

Capítulo I

1. Introducción

La leña es una de las principales fuentes de energía en Nicaragua. El uso de leña con fines energéticos ha provocado procesos de deforestación y deterioro de los recursos naturales. A nivel local el consumo de leña por parte de ciertos sectores ha aumentado. Es esencial el desarrollo y adaptación de tecnologías que disminuyan la deforestación y las emisiones por el uso de leña.

Nicaragua espera reducir el consumo de leña para cocinar en los hogares del 45,8 % en la actualidad, hasta 10 % para los próximos siete años, informó el ministro nicaragüense de Energía y Minas, Emilio Rappaccioli, (Confidencial, 2013).

En Nicaragua existen 800.000 hogares (entre urbanos y rurales) que consumen leña de manera no sostenible, lo que equivale a unas dos millones de personas expuestas a padecer diversas enfermedades pulmonares, advirtió el funcionario. El 80 % de la leña que se usa en Nicaragua es para la elaboración de alimentos y el 20 % para actividades productivas, según datos del Ministerio de Energía y Minas.

Rappaccioli afirma que prevén entregar entre 800.000 y un millón de estufas “eficientes” en el país, aunque no especificó fecha. Anotó que el consumo de leña para cocinar en Nicaragua (45,8%), compite con el consumo de derivados de petróleo (41%). También advirtió que las cocinas tradicionales desperdician un 60% del calor que genera la leña, debido en su mayoría al mal diseño. La idea, explicó el funcionario, es producir la misma cantidad de alimentos, pero con menor contaminación de aire, (Diario El Mundo, 2013).

Los hornos tradicionales en la actualidad consumen mayor cantidad de leña, trayendo consigo emisiones de CO₂, provocando efectos invernaderos y daños irreversibles en ambiente. A partir de las tecnologías renovables se ha dado paso a la implementación de hornos mejorados debido a su rendimiento térmico y a su bajo consumo de leña de igual manera a la baja cantidad de CO₂ que produce durante su proceso de ebullición.

La presente investigación tiene como objetivo general: Analizar la eficiencia energética de hornos mejorados para la producción de rosquillas en la ciudad de Condega, año 2020. A través de este estudio se pretende conocer el cambio que traerá el uso de hornos mejorados suplantando a hornos tradicionales, tanto en lo

económico, social, salud y ambiental que este tipo de tecnologías esta accionando en las familias que están optando por adquirir hornos mejorados. De acuerdo al método de investigación el presente estudio es observacional y experimental (Piura, 2006). El estudio pertenece a las líneas de investigación 2 de Biomasa y 4 de Eficiencia Energética, indicadas por la Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, FAREM-ESTELI.

2. Planteamiento del problema

Caracterización del problema

Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2011), la leña y el carbón vegetal, así como otros derivados de la biomasa, siempre han jugado un papel importante en la satisfacción de las necesidades básicas energéticas, como la cocción de alimentos de los nicaragüenses. En el último balance energético nacional disponible (2008), el consumo total de leña en ese año fue de 946.2 miles de TEP y represento un 47.1% del consumo final total (pág. 4).

El consumo de leña es una parte muy fundamental que afecta al medioambiente, los despales en los bosques están llevándose a cabo para comercialización de este recurso natural. Según INAFOR (2008). En los últimos 50 años los recursos forestales de Nicaragua han sido objeto de un proceso de deforestación y degradación acelerado, perdiéndose un promedio anual de 70 mil hectáreas, que en términos absolutos significa la pérdida del 50%, de la cobertura forestal existente hasta 1948.

Las cantidades altas de consumo de leña en hornos tradicionales está afectando a los bosques y reservas naturales, con un consumo excesivo del 41.96% de combustibles fósiles en el 2020, siendo dañino para el medio ambiente. Con el uso de hornos mejorados la cantidad de CO₂ se reducirá de igual manera el consumo de combustibles provocando cambios significativos que aportaran al efecto invernadero y al cambio climático, (MEM, Ministerio de Energías y Minas, 2020).

En Nicaragua el consumo de derivados del petróleo fue de 9.836, 91 mil barriles en el año 2019, estos se dividen en diferentes sectores (figura 15 en anexos).

Delimitación del problema

Según los dueños de hornos de la ciudad de Condega utilizan un promedio de 18 rajadas de leña para un horno tradicional y un horno mejorado consume 8 rajadas. Los hornos mejorados tradicionales gastan mayor cantidad de leña que los hornos mejorados.

El deficiente aislamiento térmico en los hornos de Condega, producido por las fisuras en el cerramiento frontal de los hornos, presentan problemas de pérdida de

flujo de calor, disminuyendo la temperatura en el proceso de cocción y reduciendo la conservación de la energía a lo interno del horno.

El uso discontinuo en estos hornos provoca problemas en el encendido, tardando más tiempo para llegar a su temperatura adecuada teniendo que utilizar elementos inadecuados que son contaminantes tales como: bolsas de plástico, botellas etc.

Inexistencia de evaluaciones técnicas de horno lo que tiene por consecuencia la ausencia de información sobre el grado de eficacia y eficiencia de los hornos mejorados, por lo que no se puede transferir la tecnología.

Formulación del problema:

Ante la problemática planteada anteriormente se formula la siguiente pregunta de investigación, ¿Cómo desarrollar un análisis comparativo sobre eficiencia energética de hornos mejorados y tradicionales para la producción de rosquillas en la ciudad de Condega?

Preguntas del problema.

Las preguntas de sistematización son las siguientes:

¿Cuáles son las características físicas que presentan los hornos mejorados en la ciudad de Condega, en el año 2020?

¿Cuál es el porcentaje de leña y la emisión de gases que se consume al poner en marcha estos hornos mejorados?

¿Cómo determinar la efectividad y eficiencia del aislamiento térmico en los hornos mejorados en estudio?

¿Cómo reducir el tiempo de cocción de los alimentos en los hornos mejorados?

¿Cómo valorar el uso de los hornos por parte de los operadores?

¿Cuál es el mantenimiento proporcionado a los hornos mejorados?

¿Cómo establecer la relación entre los parámetros técnicos sobre eficiencia energética en hornos mejorados en la ciudad de Condega?

¿Cuál es la diferencia de eficiencia energética entre hornos tradicionales y mejorados?

3. Justificación

Las energías renovables son una solución viable para el desarrollo energético. Estos ayudan a reducir la compra de los combustibles fósiles dañinos para el medio ambiente, la implementación de energías renovables en este estudio son claves ya que su uso debe de ser implementados dado que es limpia y eficaz para proteger los recursos de la naturaleza.

El presente estudio es conveniente porque dará a conocer las propuestas para mejorar el funcionamiento de los hornos, esto para aprovechar a un porcentaje superior que el que ya se tiene. A través de este investigación se aportaran conocimientos que facilitaran el uso racional a la hora de cocinar y la manera de construcción de dichos hornos.

La presente investigación tiene relevancia social porque permitirá conocer a los usuarios, a las organizaciones que promueven este tipo de proyectos y a las autoridades locales sobre los aspectos técnicos del rendimiento de los hornos mejorados para promover su uso y contribuir a reducir la deforestación y la emisión de gas de efecto invernadero.

Dicho estudio es importante porque por medio de este se conocerán resultados de los cuales se deducirá si este tipo de horno mejorado es eficiente tanto energética, térmica y productiva.

Habiendo mencionado lo anterior los hornos mejorados están hechos con el fin de consumir menos cantidad de leña que los hornos tradicionales dando un aporte significativo al medio ambiente y a nuestra atmosfera, disminuyendo al menos una mínima cantidad de CO₂.

4. Objetivos

Objetivo General:

- ✓ Analizar la eficiencia energética de hornos mejorados para la producción de rosquillas en la ciudad de Condega, año 2020.

Objetivos específicos:

- ✓ Determinar las características físicas y técnicas que presentan los hornos mejorados de la ciudad de Condega, en el año 2020.
- ✓ Comparar técnicamente los parámetros de eficiencia energética de los hornos mejorados y hornos tradicionales.
- ✓ Establecer relaciones entre los parámetros técnicos de hornos mejorados y eficiencia energética.
- ✓ Proponer una metodología para un mantenimiento preventivo de los hornos mejorados de la ciudad de Condega en el año 2020.

Capítulo II

5. Antecedentes

De acuerdo al Banco Mundial (2016), en el año 2008 un proyecto sobre hornos híbridos Hoffman (HHK) en Bangladesh comenzó a preparar el terreno para tener tecnologías más limpias de fabricación de ladrillos así como mejores condiciones de vida y condiciones laborales para los trabajadores. Usando una mezcla de carbón pulverizado y arcilla para mejorar la calidad y la quema apropiada de los ladrillos, recuperando el calor residual de los hornos y reutilizándolo para secar los ladrillos húmedos antes de que entren en los hornos, obteniendo un resultado promedio de 15 millones de ladrillos al año producidos por hornos híbrido Hoffman—comparado con la producción de 4 millones de un horno de chimenea fija—, reduciendo al mismo tiempo la contaminación en un 50 %.

En (2016), en Bolivia Gómez. A, Jiménez. I, Ávila. O, Reséndiz. C, llevaron a cabo un análisis de la transferencia de calor en el horno, determinando los perfiles de temperatura dentro del horno, así como el flujo de calor requerido para la cocción adecuada de los ladrillos, los resultados fueron: pérdidas por calcinación, contracción lineal, módulo de ruptura y esfuerzo a la compresión. Para un flujo de combustible (aserrín) de 0.44 kg/s, la energía perdida del horno hacia el exterior fue de 267.65 kJ/s. Conforme a los datos obtenidos en campo, el rango de temperatura de operación del horno es de 970-1220 °C. Con ayuda del Software se obtuvo la geometría más adecuada para el proceso. La adición de canales de encendido y una chimenea a la salida, mejoraron considerablemente los parámetros del horno convencional, resultando un flujo de calor máximo en el horno de 3747.7 W/m² y una pérdida total de calor en el horno de 2336.2 W/m².

De acuerdo a Guerrero, Espinel y Sánchez (2017), durante el año 2017 en Ocaña, Colombia desarrollaron un análisis de temperaturas durante la cocción de ladrillos macizos y sus propiedades finales para determinar la relación entre las propiedades finales del bloque cerámico y las temperaturas a las que fue cocido, considerando la rapidez con que estas varían en el horno, implementando un sistema para registrar temperaturas en el horno utilizando *Labview*, considerando la velocidad de incremento de temperatura según la curva ideal para la cocción de bloques que fueron clasificados al interior del horno, tomando muestras de productos para determinar las propiedades siguiendo las normas NTC 4017 y NTC 4205, donde los bloques que superaron los 1000 °C poseen el mayor módulo de rotura (con valor de 1,54 MPa). Sin embargo, se encontró la mayor tasa de absorción inicial (0,37 g/cm²/min) y la mejor resistencia a la compresión (7,28 Mpa) en los bloques que

fueron cocidos a menor temperatura. Las propiedades no son las adecuadas dado que en el proceso de cocción no es controlada la temperatura ni el tiempo.

De acuerdo a Lopes y Valladares (2012), llevaron a cabo un estudio de Eficiencia Energética en el Sector Rosquillas de la Zona Urbana del Municipio de Somoto, Nicaragua para conocer el consumo de leña teniendo un resultado del 24% en leña por parte de talleres de rosquillas, 8% en panaderías, 8% en tortillerías, 1% en restaurantes y otros sitios de alimentos y bebidas y el 59% por parte de la población en general.

6. Marco teórico.

6.1. Primera ley de la termodinámica

Según John Howell (1990), esta ley también recibe el nombre de conservación de la energía. El balance de energía se enuncia como sigue: Principios de conservación y primera ley de la termodinámica. Un cambio de la energía total (cinética, potencial e interna) es igual al trabajo realizado en la masa de control más el calor transferido a dicha masa. Matemáticamente, lo anterior se expresa como

$$dE = \delta Q + \delta V$$

(Ecu.1)

La convención de signos indica que toda la energía transferida hacia el sistema es positiva. No hay referencia a ninguna trayectoria en particular. Por lo tanto, el cambio de la energía de la masa de control entre el estado 1 y el estado 2 es igual al calor transferido a la masa de control siguiendo cualquier trayectoria más el trabajo realizado sobre dicha masa, de nuevo, a lo largo de cualquier trayectoria. La ecuación (1) se integra entre esos dos estados y se obtiene

$$E_2 - E_1 = Q_2 + W_2$$

(Ecu. 2)

La energía total que contiene la masa de control es la suma de las contribuciones de todos los elementos, por lo que la energía total se representa mediante la integral sobre toda la masa y se expresa por

$$E = \int_m e \, dm$$

(Ecu. 3)

Con la densidad y el volumen específico, se puede transformar a una integral de volumen:

$$E = \int_m e \rho \, dV = \int_v e \frac{dv}{v}$$

(Ecu. 4)

De esta forma, la representación final es:

$$d\left(\int_w ep dv\right) = \delta Q + \delta W$$

(Ecu. 5)

6.2. La transferencia de calor.

6.1.2. ¿Qué es Transferencia de calor?

Proceso por el que se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura. El calor se transfiere mediante convección, radiación o conducción. Aunque estos tres procesos pueden tener lugar simultáneamente, puede ocurrir que uno de los mecanismos predomine sobre los otros dos. Por ejemplo, el calor se transmite a través de la pared de una casa fundamentalmente por conducción, el agua de una cacerola situada sobre un quemador de gas se calienta en gran medida por convección, y la tierra recibe calor del sol casi exclusivamente por radiación, Tapia (2015).

Procesos de la transferencia de calor:

6.1.3. Transferencia de calor por conducción:

En los sólidos, según Tapia (2015), la única forma de transferencia de calor es la conducción. Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción. No se comprende en su totalidad el mecanismo exacto de la conducción de calor en los sólidos, pero se cree que se debe, en parte, al movimiento de los electrones libres que transportan energía cuando existe una diferencia de temperatura. Esta teoría explica por qué los buenos conductores eléctricos también tienden a ser buenos conductores del calor. En 1822, el matemático francés Joseph Fourier dio una expresión matemática precisa que hoy se conoce como ley de Fourier de la conducción del calor. Esta ley afirma que la velocidad de conducción de calor a través de un cuerpo por unidad de sección transversal es proporcional al gradiente de temperatura que existe en el cuerpo (con el signo cambiado).

El factor de proporcionalidad se denomina conductividad térmica del material. Los materiales como el oro, la plata o el cobre tienen conductividades térmicas elevadas y conducen bien el calor, mientras que materiales como el vidrio o el amianto tienen conductividades cientos e incluso miles de veces menores; conducen muy mal el

calor, y se conocen como aislantes. En ingeniería resulta necesario conocer la velocidad de conducción del calor a través de un sólido en el que existe una diferencia de temperatura conocida, Tapia (2015).

6.1.4. Transferencia de calor por convección:

Sabemos muy bien que una placa de metal caliente se enfría con mayor rapidez cuando se le coloca frente a un ventilador, que cuando se le expone a un aire en reposo. Decimos que el calor se disipó por convección y llamamos al proceso transferencia de calor por convección. El término convección proporciona al lector una noción intuitiva sobre el proceso de transferencia de calor; no obstante, esta noción intuitiva deberá ser ampliada para que nos permita llegar a un tratamiento analítico adecuado del problema, (HOLMAN, 1999).

Por ejemplo, sabemos que la velocidad a la que sopla el aire sobre la placa caliente obviamente influye en la rapidez de transferencia de calor. ¿Pero influye el enfriamiento de una manera lineal; es decir, si se duplica la velocidad, se duplicará la rapidez de transferencia de calor? deberíamos sospechar que la rapidez de transferencia de calor podría ser diferente si enfriamos la placa con agua en vez de aire, pero, una vez más, ¿qué tanta diferencia habría?, (HOLMAN, 1999).

Para expresar el efecto total de la convección, utilizamos la ley de enfriamiento de Newton: $q = hA(T-T_m)$ (I-8) aquí la rapidez de transferencia de calor está relacionada con la diferencia de temperatura total entre la pared y el fluido, y el área de la superficie A. A la cantidad h se le llama el coeficiente de transferencia de calor por convección, es la ecuación que lo define. Para algunos sistemas se puede realizar un cálculo analítico de h. Para situaciones complejas se deberá determinar experimentalmente, (HOLMAN, 1999).

En algunas ocasiones se llama conductancia de película al coeficiente de transferencia de calor debido a su relación con el proceso de conducción en la delgada capa estacionaria de fluido sobre la superficie de la pared. En la Ec. I-8 observamos que las unidades de h son watts por metro cuadrado por grado Celsius cuando el flujo de calor se expresa en watts. Este es el conjunto de unidades más utilizado. Tomando en cuenta el estudio precedente, podemos anticipar que la transferencia de calor por convección, además de su dependencia de las propiedades térmicas del fluido (conductividad térmica, calor específico, densidad), tendrá cierta dependencia de la viscosidad del fluido. Esto era de esperarse porque la viscosidad influye el perfil de velocidad y, de manera correspondiente, la rapidez

de transferencia de energía en la región cercana a la pared. Si se expusiera una placa caliente al aire ambiente de una habitación sin una fuente de movimiento externa, se experimentaría un movimiento del aire como resultado de los gradientes de densidad cerca de la placa. A esto le llamamos convección natural o libre, en oposición a la convección forzada, que ocurre en el caso en que el ventilador sopla aire sobre la placa, (HOLMAN, 1999).

6.1.5. Transferencia de calor por radiación:

La radiación según, Tapia (2015), presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío. La radiación es un término que se aplica genéricamente a toda clase de fenómenos relacionados con ondas electromagnéticas. Algunos fenómenos de la radiación pueden describirse mediante la teoría de ondas, pero la única explicación general satisfactoria de la radiación electromagnética es la teoría cuántica.

En 1905, Albert Einstein sugirió que la radiación presenta a veces un comportamiento cuantizado: en el efecto fotoeléctrico, la radiación se comporta como minúsculos proyectiles llamados fotones y no como ondas. La naturaleza cuántica de la energía radiante se había postulado antes de la aparición del artículo de Einstein, y en 1900 el físico alemán Max Planck empleó la teoría cuántica y el formalismo matemático de la mecánica estadística para derivar una ley fundamental de la radiación. La expresión matemática de esta ley, llamada distribución de Planck, relaciona la intensidad de la energía radiante que emite un cuerpo en una longitud de onda determinada con la temperatura del cuerpo. Para cada temperatura y cada longitud de onda existe un máximo de energía radiante. Sólo un cuerpo ideal (cuerpo negro) emite radiación ajustándose exactamente a la ley de Planck. Los cuerpos reales emiten con una intensidad algo menor, (Tapia, 2015).

De acuerdo a, HOLMAN (1999), en contraste con los mecanismos de conducción y convección, en donde está involucrada la transferencia de energía a través de un medio material, el calor también se puede transferir a regiones donde existe el vacío perfecto. En este caso, el mecanismo es la radiación electromagnética. Limitaremos nuestro estudio a la radiación electromagnética que es propagada como resultado de una diferencia de temperaturas; a esto se le llama radiación térmica.

Consideraciones termodinámicas muestran que un radiador ideal, o cuerpo negro, emitirá energía a una rapidez proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta del cuerpo.

Algunas sustancias, entre ellas muchos gases y el vidrio, son capaces de transmitir grandes cantidades de radiación. Se observa experimentalmente que las propiedades de absorción, reflexión y transmisión de una sustancia dependen de la longitud de onda de la radiación incidente. El vidrio, por ejemplo, transmite grandes cantidades de radiación ultravioleta, de baja longitud de onda, pero es un mal transmisor de los rayos infrarrojos, de alta longitud de onda. Una consecuencia de la distribución de Planck es que la longitud de onda a la que un cuerpo emite la cantidad máxima de energía radiante disminuye con la temperatura. La ley de desplazamiento de Wien, llamada así en honor al físico alemán Wilhelm Wien, es una expresión matemática de esta observación, y afirma que la longitud de onda que corresponde a la máxima energía, multiplicada por la temperatura absoluta del cuerpo, es igual a una constante, 2.878 micrómetros-Kelvin, (Tapia, 2015).

Este hecho, junto con las propiedades de transmisión del vidrio antes mencionadas, explica el calentamiento de los invernaderos. La energía radiante del Sol, máxima en las longitudes de onda visibles, se transmite a través del vidrio y entra en el invernadero. En cambio, la energía emitida por los cuerpos del interior del invernadero, predominantemente de longitudes de ondas mayores, correspondientes al infrarrojo, no se transmiten al exterior a través del vidrio. Así, aunque la temperatura del aire en el exterior del invernadero sea baja, la temperatura que hay dentro es mucho más alta porque se produce una considerable transferencia de calor neta hacia su interior, (Tapia, 2015).

6.3. Eficiencia

De acuerdo a Porto y Gardey (2008), el término eficiencia tiene su origen en el término latino *eficiencia* y refiere a la habilidad de contar con algo o alguien para obtener un resultado. El concepto también suele ser equiparado con el de fortaleza o el de acción. Por ejemplo: «Demuestra tu eficiencia para hacer este trabajo y te quedarás en la empresa», «La eficiencia de este motor no puede ser discutida», «Sin eficiencia, la existencia de esta oficina no tiene sentido».

La eficiencia, por lo tanto, está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a una meta. Se trata de la capacidad de alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos, lo que supone una optimización. Por ejemplo: «Demuestra tu eficiencia para hacer este trabajo y te quedarás en la empresa», «La eficiencia de este motor no puede ser discutida», «Sin eficiencia, la existencia de esta oficina no tiene sentido» Porto y Gardey (2008).

La eficiencia, por lo tanto, está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a una meta. Se trata de la capacidad de alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos, lo que supone una optimización, Porto y Gardey (2008).

Es posible encontrar la idea de eficiencia en distintos ámbitos. En la física, por ejemplo, la eficiencia tiene que ver con el vínculo entre la energía que se invierte y la energía que se aprovecha en un procedimiento o en un sistema.

Según Porto y Gardey (2008), principalmente el término hace referencia a aquellos recursos que se tienen (humanos, tecnológicos, financieros, físicos, etc.) para conseguir algo, la forma en la que son utilizados y los resultados a los que se ha arribado, cuanto mejor hayan sido aprovechados esos recursos mayor será la eficiencia en la forma de buscar dicha meta.

6.3.1. Eficiencia energética.

De acuerdo a Poveda (2007, pág. 5), las posibilidades de la eficiencia energética a nivel mundial han quedado probadas a través de la disponibilidad de vehículos que requieren menos combustible, electrodomésticos que consumen menos electricidad y lámparas que consumen una cuarta parte de la energía que las antiguas. Pero la magnitud del potencias que tienen los programas de eficiencia, solo se entiende cuando se conoce que solamente el 37% de la energía primaria se convierte en energía útil.

La cadena de transformaciones y procesos por los que pasan los energéticos antes de prestar el servicio requerido ocasionan que se pierda el 63% de capacidad potencial. Es preciso tener presente que la eficiencia energética en su concepción más amplia pretende mantener el servicio que presta, reduciendo al mismo tiempo el consumo de energía. Es decir, se trata de reducir las pérdidas que se producen en toda transformación o proceso, incorporando mejores hábitos de uso y mejores tecnologías. Incluso es ir más allá de solo mantener los servicios que se obtienen de la energía y se muestra, con múltiples ejemplos, que es posible reducir a la mitad el consumo duplicando los beneficios. La eficiencia energética comprende las mejores del lado de la oferta(SSM SupplySide, Management) así como de la demanda(DSM, DemandSide, Management). En general, al sector energético le preocupa más el lado de la demanda, por ser aquel que requiere una labor de mayor detalle, pues depende de la decisión de cientos de miles de usuarios y no de unos pocos empresarios como es el caso del otro componente, es decir la eficiencia en la oferta.

6.3.2. Eficiencia térmica

Inzunzan. J (2002), en su libro de Introducción a la Mecánica, menciona la segunda ley de la termodinámica en la cual hace referencia a la eficiencia térmica, (o simplemente eficiencia), de una máquina térmica se define como la razón entre el trabajo neto realizado y el calor absorbido durante un ciclo, se escribe de la forma:

$$e = \frac{W}{Q_c} = \frac{Q_c - Q_f}{Q_c} = 1 - \frac{Q_f}{Q_c} \quad (\text{Ecu.6})$$

Se puede pensar en la eficiencia como la razón de lo que se obtiene (trabajo mecánico) a lo que se paga por (energía). Este resultado muestra que una máquina térmica tiene una eficiencia de 100% ($e = 1$) sólo si $Q_f = 0$, es decir, si no se libera calor a la fuente fría. En otras palabras, una máquina térmica con una eficiencia perfecta deberá convertir toda la energía calórica absorbida Q_c en trabajo mecánico. La segunda ley de la termodinámica, que enseguida analizamos, establece que esto es imposible, (pág. 431).

Para poder llevar a cabo la investigación sobre el análisis de eficiencia de un horno se debe tener ciertos conocimientos sobre el uso y funcionamiento correcto de dicho horno.

6.3.3. NOMENCLATURA.

A : Área.

C : Capacidad calorífica.

e : Eficiencia térmica

h : Coeficiente de transferencia de calor por convección.

\bar{h} : Coeficiente medio de transferencia de calor por convección.

h_{rprod} : Coeficiente de transferencia de calor por radiación en el producto(rosquillas).

Nu : Número de Nusselt.

PC : Poder calorífico de la leña.

Q_{barril} : Transferencia de calor en el barril.

$Q_{paredes}$: Transferencia de calor en paredes verticales.

$Q_{chimenea}$: Transferencia de calor en chimenea de evacuación de humo.

Q_{gen} : Potencia generada.

T_{amb} : Temperatura ambiente.

T_c : Temperatura de cámara de cocción y combustión.

ΔT : Diferencia de temperatura.

ε : Emitancia de transferencia de calor.

δ : Constante de Stefan-Boltzmann.

η : Eficiencia.

m : Flujo másico.

L : Longitud.

W : Trabajo neto.

Q_c : Calor absorbido.

Q_f : Calor generado.

Para determinar la eficiencia en hornos se desarrolla el siguiente proceso de cálculos:

TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCION.

El horno cuenta con un barril hierro de 4mm de grosor, para determinar la transferencia de calor por convección de la cámara de combustión hacia el barril es necesario aplicar la siguiente ecuación:

$$Q_{barril} = Ah_c(\Delta T) \quad (\text{Ecu.7})$$

Donde A es el área superficial de transferencia de calor, mientras que h_c es el coeficiente de transferencia de calor por convección, ΔT es la diferencia de temperatura entre el ambiente y la temperatura del barril.

Para determinar el coeficiente de transferencia de calor es necesaria la relación del número de Nusselt:

$$Nu = \frac{hL}{k} \quad (\text{Ecu.8})$$

PAREDES VERTICALES

La determinación del coeficiente de transferencia de calor por convección en el caso de las paredes verticales del horno, es dependiente del número de Grashof, ya que si este número se encuentra en el intervalo de ($10^4 < Gr_x < 10^9$), el flujo de aire que circula en el horno es laminar, mientras que si se encuentra dentro del rango ($109 < Gr_x < 10^{12}$) el flujo es turbulento, comúnmente son ambos ya que el flujo al alcanzar altas temperaturas por la transferencia tiende a cambiar de laminar a turbulento, para ello se utilizara la siguiente ecuación:

$$X = \left[\frac{Gr(\gamma^2)}{\left(\frac{\Delta T}{T}\right)g} \right]^{1/3} \quad (\text{Ecu.9})$$

Donde Gr es el número de Grashof:

$$Gr_x = \frac{(\beta\Delta T)gx^3}{\gamma^2} \quad (\text{Ecu.10})$$

Calculando el número de Grashof, se establece la siguiente relación para la definición del coeficiente de convección que será de la siguiente manera:

$$hc = 1.3(\Delta T)^{1/3} \quad (10^9 < Gr_x < 10^{12}) \quad (\text{Ecu.11})$$

$$hc = 1.07(\Delta T)^{1/4} \quad (10^4 < Gr_x < 10^9) \quad (\text{Ecu.12})$$

COEFICIENTE MEDIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCION.

Para determinar el coeficiente medio de transferencia de calor por convección en el horno será necesaria la aplicación de la siguiente ecuación:

$$h = \frac{1}{L} \int_0^L hc \, dx = \frac{1}{L} \int_0^L 1.07(\Delta T/x)^{1/4} dx + \int_0^L 1.3(\Delta T)^{1/3} dx \quad (\text{Ecu.13})$$

teniendo calculado el coeficiente es posible determinar cuál es la transferencia de calor en las paredes verticales, para ello se debe utilizar la ecuación que se presenta a continuación:

$$Q_{paredes} = hA\Delta T \quad (\text{Ecu.14})$$

EVACUACION DE HUMOS EN CHIMENEA.

Para determinar el calor disipado en la chimenea de evacuación que conduce los humos y residuos gaseosos de la combustión se aplica la siguiente ecuación:

$$Q_{chimenea} = hA\Delta T \quad (\text{Ecu.15})$$

TRANSFERENCIA DE CALOR POR RADIACION.

La transferencia de calor por radiación en el producto(rosquillas) se establece por las siguientes relaciones:

$$Q_{rprod} = Ahr_{prod}(T_c - T_{amb}) \quad (\text{Ecu.16})$$

Antes de calcular el calor por radiación del producto se calculara h_{rprod} .

$$h_{rprod} = \varepsilon\sigma(T_c^2 + T_{amb}^2)(T_c + T_{amb}) \quad (\text{Ecu.17})$$

CALOR GENERADO.

Para la determinación del calor generado por la combustión de la leña dentro del horno, es necesario determinar el poder calorífico de la leña, el tiempo que dura

en combustión y la cantidad de masa de leña necesaria para una combustión uniforme, para ello se aplica la siguiente formula:

$$Q_{gen} = PC \cdot m \quad (\text{Ecu.18})$$

POTENCIAL DE EFICIENCIA.

Para la estimación del potencial de la eficiencia del horno se usa la siguiente relación:

$$\eta = \frac{\sum Q_{barril} + \sum Q_{paredes} + \sum Q_{rprod}}{Q_{gen}} \quad (\text{Ecu.19})$$

¿Qué son los Hornos?

Según Pérez Porto. J y Merino. M (2009), mencionan que la palabra Horno proviene del latín furnus, definiendo que un horno es un dispositivo que permite generar calor y mantenerlo dentro de un cierto compartimiento. De esta manera, puede cumplir con diversas funciones, como la cocción de alimentos o la fundición de minerales. Por supuesto, existen distintos tipos de hornos según el uso.

Así puede decirse que un horno es el aparato culinario cerrado que permite asar, calentar o gratinar alimentos, la fábrica para caldear, el montón de leña o ladrillo para la carbonización o la calcinación y el boliche para fundir minerales de plomo, por ejemplo. La energía para alimentar un horno puede ser obtenida de diversas maneras, como la combustión (a leña o gas), la radiación (la luz solar) o la electricidad (en el caso de los hornos eléctricos).

6.4. Clasificación de los hornos.

6.4.1. Hornos tradicionales:

De acuerdo con Barcus, este tipo de hornos son construidos a partir de mezclas de barro, estiércol de bestias, polvo y otros ingredientes que maneja cada persona hornera. Dependiendo de quienes construyan estos hornos de forma tradicional se podrán encontrar una serie de pasos y técnicas particulares que han aprendido a lo largo de los años o que han heredado de sus familias o vecinos de la comunidad con quienes aprendieron (figura 1).



Figura 1. Horno tradicional para la producción de rosquillas, fuente: Barcus 2019.

6.4.2. Hornos industriales.

De acuerdo a fibraclim (2019), los hornos industriales son equipos fabricados específicamente para trabajos térmicos de cocción o fundición de elementos a como se muestra en la (figura 2). Existen diversos tipos de hornos industriales de acuerdo al sector, como los hornos de laboratorio, de fábricas y gastronómicos. Serán estos últimos los que trataremos con más detalle a lo largo de este artículo.

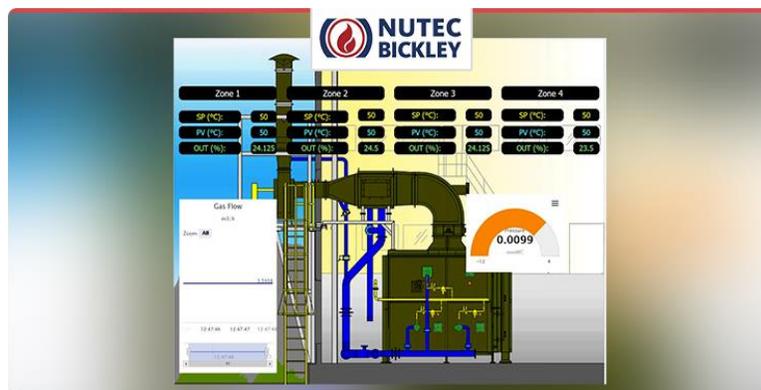


Figura 2. Horno industrial para secado de madera, fuente: fibraclim 2019.

A diferencia de los hornos domésticos, los hornos industriales poseen una alta potencia y capacidad para tratar con una gran cantidad de productos, así como también un largo periodo de tiempo en cocción de alimentos. Es por ese motivo

que son ideales para el uso de negocios gastronómicos y hostelería que cuentan con una gran cantidad de demanda y necesitan optimizar los tiempos de entrega para cumplir con las expectativas de los comensales.

6.4.3. Horno de leña.

En su caso, este funciona a partir del uso de madera y troncos, es decir, de leña. Aunque actualmente no sea el de uso más generalizado es importante recalcar el hecho de que existen muchos establecimientos, dentro del sector gastronómico, que apuestan por él ya que consigue que los alimentos adquieran un sabor especial. De esta manera, panaderías artesanales e incluso restaurantes especializados en determinadas platos, como el lechazo o el cordero, apuestan por realizar sus productos mediante hornos artesanales, (Pérez Porto. J y Merino. M, 2009).

Funcionan a partir de materiales forestales. Desde el punto de vista del consumo energético son los menos eficientes y los que más emisiones de dióxido de carbono tienen, pero desde el punto de vista gastronómico, en ciertos casos da un sabor especial a ciertos platos. Es ampliamente utilizado en la cocina tradicional castellana: como por ejemplo para el cordero asado o el cochinitillo asado, (figura 3).



Figura 1. Horno de leña en forma de bóveda o cúpula, fuente: Pérez Porto. J y Merino. M, 2009.

6.4.4. Horno de gas.

En un horno de gas se transforma la energía química que posee el combustible, gas natural, en calor que se utiliza para aumentar la temperatura de todos los materiales que se encuentran en su interior. Este material que está en interior puede ser de muchos tipos, desde un metal que requiere ser fundido hasta un alimento que ha de ser horneado (figura 4).

Partes fundamentales que componen un horno:

Un horno de gas consta de una serie de partes fundamentales que están destinadas a proporcionar el calor necesario al interior del mismo, así como a reducir las pérdidas energéticas y a evacuar los productos de combustión a la chimenea.

Las partes más importantes son:

Hogar o cámara de combustión: es la parte en donde están instalados los quemadores de gas y se generan los gases de combustión. Estos gases de combustión se encuentran a una temperatura elevada y son los que proporcionan la energía térmica al horno. Esta cámara de combustión puede ser además la cámara de calentamiento o ser una cámara independiente.

Cámara de calentamiento: es la zona donde se coloca el material a calentar o tratar, y pueden ser de varios tipos en función de la forma de operación del horno y de su función.

Revestimiento aislante: formado por el material que recubre todas las cámaras y equipos del horno y cuya misión es reducir al máximo las pérdidas energéticas con el ambiente.

Chimenea y tubos de escape de gases de combustión: son los sistemas para evacuar los productos de combustión al exterior. Para mejorar la eficiencia energética del sistema se pueden instalar intercambiadores de calor que recuperan parte de la energía térmica de los productos de combustión antes de ser emitidos a la atmósfera. Esta energía recuperada puede usarse para precalentar el aire del horno o para cualquier otro proceso industrial que tenga lugar en la instalación, como, por ejemplo, precalentar agua, (Naturgy., 2019).



Figura 4. Horno de gas, fuente: naturgy 2019.

6.4.5. Horno eléctrico.

Un horno eléctrico permite cocinar los alimentos de una manera rápida y prácticamente sin ensuciar, este es uno de sus beneficios principales,(figura 5).

Funcionan una vez enchufados a la corriente eléctrica. La energía es la que produce que el calor generado por las resistencias internas cocine los alimentos desde adentro hacia fuera, a diferencia de los hornos convencionales que lo hacen inversamente, por lo que el alimento es cocido y no asado.

Los hornos eléctricos son totalmente automatizados; la cocción es la más perfecta por el control que mantiene sobre la temperatura en todo momento. Ciertamente el consumo de electricidad es oneroso, aunque en los modernos no es excesivamente alto, (Magnone, 2016).



Figura 5. Hornos eléctricos. Fuente: Magnone 2016.

6.4.6. Cocina solar.

De acuerdo a Sosa López. L (2014), las cocinas solares son termo conversores que aprovechan la energía del sol para generar poder calorífico suficiente que permita la cocción de alimentos en intervalos de tiempo variados. Por lo general, estos sistemas son Semi-estacionarios, porque requieren orientación continua hacia el sol, para tener mejor aprovechamiento de la energía solar esto lo podemos observar en la figura 6. Existen diversos tipos de cocinas solares: las hay tipo caja; de concentración parabólica; de colector indirecto; con aislante convectivo tipo tubo; con concentradores parabólicos compuestos; y de colector plegable.

¿Cómo funcionan?

Todos los sistemas de cocción solar cuentan con:

- a) Un colector que aprovecha la radiación solar incidente directa en cielo despejado y radiación difusa en cielo nublado.
- b) Un mecanismo de orientación al sol, que permite inclinación de 0° a 90° y seguimiento de Este a Oeste. La inclinación óptima para sistemas estacionarios corresponde a los grados de la latitud del lugar donde se utilice.
- c) Recipiente almacenador de alimentos, donde se cocinan los alimentos.

Cada elemento cumple una función específica. La radiación solar que incide sobre la superficie del colector representa la energía de entrada, la cual dependiendo del tipo de sistema puede ser concentrada en un punto o región, o bien captada y absorbida para generar un acumulador térmico. La radiación incidente es más aprovechada siempre que se mantenga orientado el colector hacia el sol (desde un punto de referencia ptolemaico). La radiación captada por el colector es conducida en forma de calor hasta el almacenador de alimentos para que éste incremente su temperatura y logre la cocción de los alimentos, esta última es la energía útil del sistema.

Su principal ventaja radica en el óptimo aprovechamiento del recurso solar para obtener energía calorífica.



Figura 2. Cocina solar, fuente: Sosa López. L 2014

6.4.7. El horno de crisol.

De manera sencilla un horno de crisol no es más que una recámara a la cual se le suministra energía, almacena calor y promueve la transferencia de este a un metal contenido en un recipiente conductor del calor y resistente a la acción del metal y a las altas temperaturas denominado crisol, figura 7, el cual permite fundir el metal en su interior para luego ser vertido a un molde previamente preparado. Los hornos de crisol trabajan por combustión de un elemento como el gas el cual calienta el crisol que contiene el metal fundido.

Es un depósito en forma de tronco cónica en el cual el metal está completamente aislado del combustible, siendo su principal característica de presentar un envase con la parte superior descubierta lo cual permite la eliminación de los gases y la obtención del metal líquido, (Orellana. R, Flores. E, 2014).



Figura 3. Horno de crisol para fundición de metal, fuente: Orellana. R, Flores. E. 2014.

6.4.8. Horno de microondas.

Este moderno aparato electrodoméstico funciona mediante el calentamiento del agua que poseen los alimentos. Para lograr ese efecto, se generan ondas electromagnéticas con longitudes de 12.24 centímetros que no tienen nada que ver con lo micro y frecuencias de 2.45 gigahercios un gigahercio GHz equivale a mil millones de ciclos por segundo, entendiéndose por ciclo la repetición de algo. La radiación es emitida por un magnetrón igual que un radar o una transmisión de radio, el cual genera un campo electromagnético que estimula las moléculas de agua y genera calor, (Jolly, 2015).

6.4.9. Hornos mejorados.

En los últimos tiempos con el avance de las tecnologías se han venido implementando nuevas opciones para mejorar el rendimiento y con sumo de hornos tradicionales, mejorando sus diseños y utilizando materiales más resistentes a la temperatura y eficientes para tener un mejor aprovechamiento de la temperatura.

6.5. Metodología para la evaluación de hornos mejorados.

Según, Benavides. I, Arauz. J, Rodríguez. L y Reyes. E (2015), la metodología que se aplicara en el área de campo para la evaluación de los hornos mejorados será la siguiente:

1. Antes de comenzar la prueba, nos aseguramos que tenemos los siguientes materiales:
 - Recipiente para pesar los ingredientes de la receta
 - Recipiente para pesar la leña
 - Recipiente para pesar las brasas y la leña Semi-quemada
 - Termómetro para medir la T ambiente y la T del agua
 - Termómetro láser (opcional)
 - Metro (para colocar los equipos de PM y CO)
 - Pala para recoger las brasas
 - Fichas de toma de datos
 - Cronometro
 - Dinamómetro para pesar

1. Cubrir la ficha de prueba controlada de hornado con los datos generales: modelo de cocina N° de test, fecha, nombre de cocinera, nombre de los técnicos, alimentos cocinado, tipo de combustible, temperatura ambiente etc.
2. Pesar los recipientes vacíos que posteriormente contendrían la comida, la leña y el carbón. Anotar los valores en las fichas.
3. Coger una muestra de la leña para analizar posteriormente su humedad.
4. Pesar la leña inicial
5. Pesar los ingredientes crudos. En el primer test la mujer será quien decida la cantidad de cada alimento. En los siguientes test, se utilizará la misma cantidad que la utilizada en el primer test para cada alimento de modo que luego los resultados sean comparables.
6. Instalar los medidores de emisiones IAP meter según el protocolo. Pondremos varios dispositivos de medición, cada uno a una cierta distancia de la cocina, para así poder determinar las variaciones debido a corrientes de aire, distancia...
7. Anotar fecha de encendido y colocación en los equipos, y la distancia a la que se encuentra cada uno de ellos del horno.
8. Pedir a la mujer que empiece a ornar que lo haga de manera habitual
9. Anotar la hora en la que se enciende el horno
10. Anota la hora en la que se coloca los ornados en el horno
11. Durante el proceso de ornado anotar aquellos aspectos que se consideren relevantes... sobre las prácticas de ornado, si el horno se adapta bien a la cocinera, etc....

Es importante no comentar estos aspectos ni hacerle preguntas a la cocinera durante el test, pues su comportamiento podría verse condicionado.

12. Durante el ornado (una vez estén todos los alimentos en la bandejas de ornado) se medirán las temperaturas de las partes calientes del horno.

En caso de que la parte inferior de la chimenea supere temperaturas de 200 °C indicara un posible exceso de succión por parte de la chimenea

13. Pedir a la cocinera que avise cuando el alimento esté listo, y en ese momento se nota la hora de fin de ornado en la ficha.
14. Pesar la bandeja con los alimentos preparados y anotar en la ficha
15. Pesar la leña Semi-quemada y anotar en la ficha
16. Pesar el carbón y anotar en la ficha
17. Pesar la leña restante y anotar en la ficha.
18. Desinstalar los IAP meter, anotando la hora de desinstalación y de apagado.

6.6. Componentes de un horno tradicional mejorado.

De acuerdo a (Benavides. I, 2015), estos son los diferentes materiales que se utilizan para la elaboración de un horno:

Materiales para construir un horno		
Ítems	Descripción de materiales	Cantidad
1	Barril metálico	1
2	Sacos de tierra colada	21
3	Saco de estiércol desbaratado fino	1
4	Bidones de agua	5
5	Varillas hierro de 3/8 corrugado	2
6	Ladrillos cuarterón	250
7	Adobes para la mesa	50
8	Bolsa de cemento	1
9	Tubo metálico prediseñado o de concreto de 1mt de largo y 4 pulgadas de ancho	1
10	Bidones con agua de baba de guácimo o pitahaya	2
11	Lata de piedrín de ¼ de pulgada	½



Figura 4. Construcción de horno tradicional, fuente: Simas, 2014.

6.7. Beneficios de un horno mejorado.

6.7.1. Ahorro de energía.

Están contruidos con materiales especiales que retienen el calor durante horas dando un mayor rendimiento a los recursos. Además, los materiales son más económicos que el gasto en gas o electricidad de los hornos eléctricos o de gas, (Planas, 2018).

6.7.2. Reduce la contaminación CO₂.

Usar un horno de leña cuenta con diferentes beneficios, como lo son el impacto ambiental, reduce la contaminación por CO₂, además de, reducir notablemente, las facturas del gas, evitándonos utilizar algunos otros combustibles. Puede ser utilizado al aire libre, permitiéndonos mantener un lugar más limpio y sin contaminación en el ambiente, (Planas, 2018).

6.7.3. Consumo de leña en Nicaragua.

Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2011), la leña y el carbón vegetal, así como otros derivados de la biomasa, siempre han jugado un papel importante en la satisfacción de las necesidades básicas energéticas, como la cocción de alimentos de los nicaragüenses. en el último balance energético

nacional disponible (2008, preliminar), el consumo total de leña en ese año fue de 946.2 miles de TEP y represento un 47.1% del consumo final total, (pág. 4).

Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2011), la anterior tendencia de consumo tiene implicaciones de tipos socio-económicas y ambientales. Los impactos ambientales generados principalmente durante la extracción de leña han provocado, en zonas extensas del país, deforestación y degradación de los bosques primarios, reduciendo la vida silvestre, la calidad y cantidad de los cuerpos de agua como ríos, cañadas, vertientes, lagunas; incrementado por la falta de un ordenamiento del uso del territorio por las actividades agropecuarias que provocan el sobre uso de los suelos, (pág. 5).

6.8. Los ladrillos

Son importantes los ladrillos usados para los hornos, según (FAO, 1983), un ladrillo ideal es bastante poroso, con buena resistencia al impacto térmico y buen aislante. Las paredes del horno deben aislar la madera que se carboniza, contra la pérdida excesiva de calor, especialmente la que causa el viento, y sin embargo, durante la etapa del enfriamiento, debe conducir el calor para permitir que el enfriamiento tenga lugar rápidamente.

Los ladrillos densos, hechos a máquina, de gran resistencia, como los que se usan en las construcciones urbanas, no son aptos, siendo más susceptibles a quebrarse por el calor. Cuestan además mucho más, entregados sobre el lugar, de los que se fabrican y queman localmente.

Es importante disponer de barro (arcilla). Un buen tipo de barro tiene un contenido bastante elevado de arena y de materia orgánica y no se encoge o pela al secado. Tampoco debe secarse muy duro, puesto que periódicamente la arcilla tiene que ser raspada del horno, ya que se acumula en espesores después de varios ciclos de enfriamiento. Esta arcilla puede ser usada de nuevo.

6.9. Mantenimiento

Definición

Según Escodo Aponte Luisa y Terán Méndez Junior (2007).

Es el conjunto de actividades desarrolladas con el objeto de conservar los bienes físicos de una empresa en condiciones de funcionamiento económico. En el mantenimiento se debe estar consciente de los que se debe establecer.

6.9.1. Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es la eliminación de las fallas a medios en las que estas se presentan o se hacen inminentes. Las tareas que se desarrollan en este tipo de mantenimiento, fundamentalmente, la reparación o el reemplazo. Su implantación es fácil y muy barata, ya que no se requiere de análisis y o estudios previos. Su desventaja es que al buscar respuestas en el mantenimiento, eficientes y económicas no se tiene el respaldo para su aplicación. Esto representa altos gastos por sobrepagos en mano de obra y materiales, trabajo adicional, baja fiabilidad, altos riesgos y tiempos excesivos fuera de la operación de los bif. Pretender eliminar estas desventajas de mantenimientos correctivos, sin efectuar un mantenimiento sustentado técnicamente, originada sobre inventarios y reservada de equipamientos.

Mantenimiento preventivo

Es la detección de las posibles fallas y subcorrección antes de que estas se presenten o bien, se hacen la corrección de la falla en su fase inicial. La detección de las fallas se obtiene a partir de la tarea de inspección y el análisis de la información el cambio efectuado oportunamente puede ser echo como medida preventiva. el mantenimiento preventivo se incluyen los siguientes niveles:

- Mantenimiento programado (sistemático)
- Mantenimiento predictivo

7. Hipótesis de investigación

Los hornos mejorados en estudio de la ciudad de Condega podrían presentar mayor eficiencia energética que los hornos tradicionales, siempre y cuando las pérdidas de energía sean menores.

Capítulo III

8. Diseño metodológico

8.1. Tipo de estudio.

De acuerdo al *método de investigación* el presente estudio es observacional y experimental, debido a que se midieron mediante experimento los parámetros físicos y térmicos y según el nivel de profundidad del conocimiento es descriptivo (Piura, 2006), ya que caracterizaron los hornos mejorados. De acuerdo a la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista (2014), el tipo de estudio es correlacional ya que se estudió la relación entre eficiencia y hornos. De acuerdo, al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es prospectivo por el período y secuencia del estudio es transversal.

En cuanto al enfoque filosófico, por el uso de los instrumentos de recolección de la información, análisis y vinculación de datos, el presente estudio se fundamenta en la integración sistémica de los métodos y técnicas cuantitativas de investigación, por tanto, se realiza mediante un Enfoque Filosófico de Investigación cuantitativo (Pedroza 2014).

8.2. Área de investigación.

8.2.1. Área de conocimiento

Con respecto al área de conocimiento este estudio pertenece a ingenierías renovables. Según las líneas de investigación de FAREM Estelí, el presente estudio pertenece a la línea "Tecnología y eficiencia energéticas renovables".

8.2.2. Área geográfica

El presente estudio se realizará en la ciudad de Condega, Este municipio está ubicado en coordenadas: 13° 16' y 13° 27', latitud norte, 86° 17' y 86° 29' longitud oeste. Limitado al norte: Palacagüina y Telpaneca, al sur: Estelí, al este: San Sebastián de Yalí, al oeste: San Juan de Lima y Pueblo Nuevo.

Objetivo específico 2			Temperatura	Numérica	Mediciones
✓ Comparar técnicamente los parámetros de eficiencia energética de los hornos mejorados y hornos tradicionales.	Comparar técnicamente los parámetros de eficiencia energética	Hornos mejorados	Emisiones de gases	Numérica	Mediciones
			Consumo de materia prima (leña)	Numérica	Entrevista y pruebas
			Aislamiento de calor	Numérica	Pruebas
			Temperatura	Numérica	Mediciones
			Emisiones de gases	Numérica	Mediciones
		Hornos tradicionales	Consumo de materia prima (leña)	Numérica	Pruebas
			Aislamiento de calor	Numérica	Pruebas

Objetivo específico 3	Relaciones de parámetros técnicos de hornos mejorados y eficiencia energética	Parámetros técnicos	Temperatura confortable	Numérica	Por medio de mediciones
✓ Establecer relaciones entre los parámetros técnicos de hornos mejorados y eficiencia energética.			Consumo de biomasa	Numérica	Entrevistas y pruebas
			Aislación térmica	Numérica	Pruebas
			Emisión de gases CO2	Numérica	Mediciones y entrevistas
			Menor consumo de Biomasa	Numérica	Entrevistas y pruebas
		Alta temperatura	Numérica	Mediciones y pruebas	
		Eficiencia energética	Materiales de aislamiento efectivos	Nominales	Pruebas
			Menor emisión de gases	Numérica	Mediciones y entrevistas
			Buen rendimiento en la cocción	Nominal	Entrevistas y pruebas

<p>Objetivo específico 4</p> <p>✓ Proponer una metodología para mantenimiento preventivo de los hornos mejorados de la ciudad de Condega en el año 2020.</p>	<p>Metodología para el mantenimiento de los hornos mejorados.</p>	<p>Mantenimiento de hornos</p>	<p>Manejo adecuado de la materia prima</p> <p>No dejar que la temperatura sea exceda , esto puede ocasionar grietas en la estructura</p> <p>Dar uso continuamente</p> <p>Mejoramiento de diseño</p>	<p>Nominal</p> <p>Numérico</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p>	<p>Entrevistas</p> <p>Pruebas</p> <p>Entrevista y pruebas</p> <p>Entrevista</p>
--	---	--------------------------------	---	--	---

8.4. Población y muestra.

Para realizar el estudio de eficiencia en hornos mejorados en la ciudad de Condega, se tomaron como población 6 hornos, de los cuales 3 son mejorados y 3 son tradicionales. Se realizaron 4 mediciones para cada horno de los cuales se obtuvo una muestra de 24.

8.5. Métodos y técnicas recopilación de información datos.

Para determinar las características físicas y técnicas que presentan los hornos mejorados de la ciudad de Condega, se implementaron entrevistas a los propietarios para conocer los materiales utilizados en la construcción de los hornos, se realizó una visita observacional para corroborar que la estructura del horno estuviese en buen estado.

Para comparar técnicamente los parámetros de eficiencia energética de los hornos mejorados y hornos tradicionales, se realizaron mediciones de temperatura en exterior e interior a los dos tipos de hornos utilizando un termómetro láser para conocer el flujo calorífico, se utilizó un medidor de CO₂ a una distancia de 1.5 metros del horno con el cual se obtuvieron datos que dieron a conocer que el horno mejorado produce menos gases de efecto invernaderos que el tradicional, también fue necesaria la entrevista a los propietarios para conocer el consumo de leña y producción de rosquillas que tenían con el horno tradicional y ahora con el horno mejorado, se hizo uso de pesas para conocer el volumen de materia prima que se insertara dentro de los hornos(leña, alimentos), se pesaron los residuos de leña (ceniza).

Para establecer las relaciones entre los parámetros técnicos de hornos mejorados y eficiencia energética, se realizaron mediciones de temperatura y mediciones de emisiones de efecto invernadero.

Dentro de la metodología propuesta para un mantenimiento preventivo de los hornos mejorados de la ciudad de Condega, se proporcionaron los siguientes aspectos: el manejo adecuado de la materia prima, aprovechar el tiempo de temperatura alta, dar uso continuamente, asignar limpieza 1 vez por semana y mejoramiento de diseño.

8.6. Análisis y Tabulación de datos.

Para el primer objetivo determinar las características físicas y técnicas que presentan los hornos mejorados de la ciudad de Condega, se hará uso de una entrevista que se le aplicara a cada uno de los propietarios, los nombre y apellidos serán almacenados en una tabla de Excel.

Para el segundo y tercer objetivo comparar los parámetro de eficiencia de los hornos mejorados y los tradicionales en la ciudad de Condega y establecer relaciones entre los parámetros técnicos de hornos mejorados y eficiencia energética, una vez finalizada la recolección de los datos, estos serán almacenados en una base de datos Spss para luego ser evaluados estadísticamente y realizar una correlacionar entre ambos hornos.

Para el cuarto objetivo, una vez realizado los análisis estadísticos, cálculos de eficiencia y habiendo adquirido los resultados previstos, se propondrá la metodología apropiada para darle un mantenimiento preventivo en los hornos para mejorar su vida útil y aumentar aún más su eficiencia.

Capítulo IV

9. Resultados y discusiones.

Resultado en relación al primer objetivo específico

Se han determinado las características físicas y técnicas que presentan los hornos mejorados de la ciudad de Condega, mediante medidas físicas tomadas en visitas y entrevistas realizadas a los propietarios.

Nombre de propietarios entrevistados (tabla 1 en anexos).

Características físicas y técnicas:

Características físicas.

1. Tierra mejorada, la cual contiene los siguientes elementos; Sácate, estiércol de vacas, agua de pitaya, guácimo, dulce, esto para tener un mejor rendimiento en el horno.
2. Dentro del horno se encuentra un barril con las siguientes medidas: 1 m de alto y un radio de circunferencia de 40 cm (figura 9).

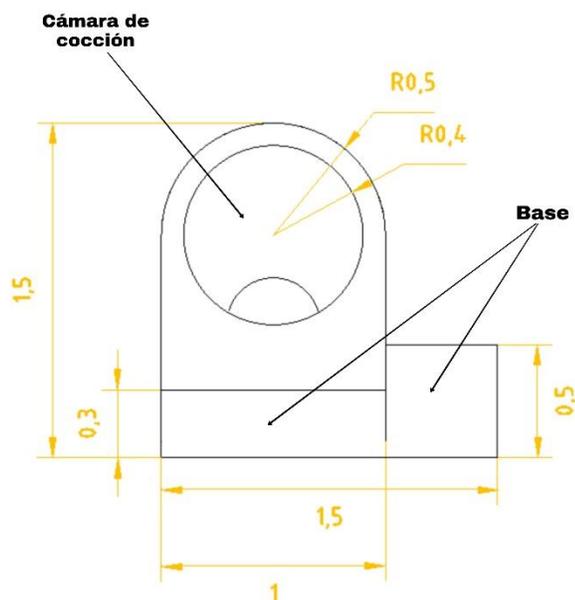


Figura 5. Esquema de las características físicas de un horno mejorado, Fuente: M Umazor 2021-AutoCAD.

1. El horno cuenta con las siguientes medidas 1.50 m de piso a techo del horno, 1 m de largo, 18 cm de grosor de pared, 30 cm de alto y 35 cm de ancho en la cámara de combustión (figura 10).

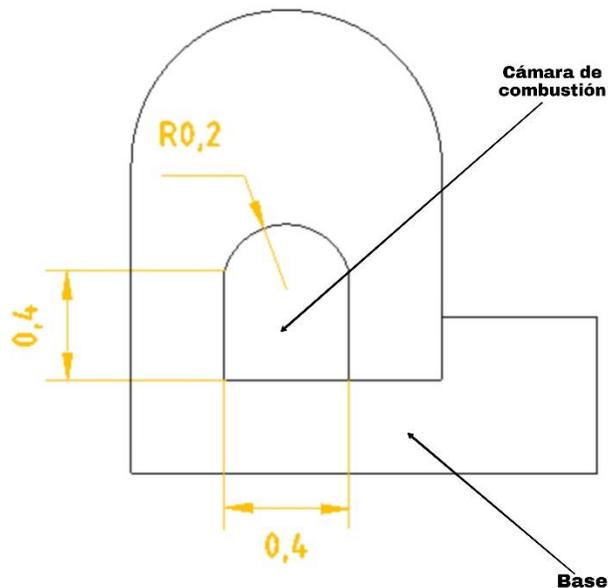


Figura 6. Cámara de combustión de un horno mejorado, Fuente: M Umanzor 2021-AutoCAD.

2. Posee chimenea la cual es utilizada para darle salida a los gases generados del horno.
3. Este tipo de horno contiene un espacio entre el barril y la pared esto para tener una mejor circulación del fuego y se pueda mantener mucho más la temperatura.
4. Los hornos se deben construir de este a oeste para evitar que el aire afecte el encendido del horno.

Característica técnicas:

Las características técnicas se han determinado mediante la recolección de datos de temperaturas y pesos de la materia prima:

1. La capacidad máxima de cazolejas dentro del horno son 2 conteniendo 40 rosquillas en cada una de ella.
2. El consumo es de 9 unidades de leña.
3. Temperaturas máximas en el interior del horno comprende entre 280 °C y 296 °C.
4. Temperaturas máxima en cámara de combustión es de 299 °C.
5. Su producción máxima es de 30 cazolejas.

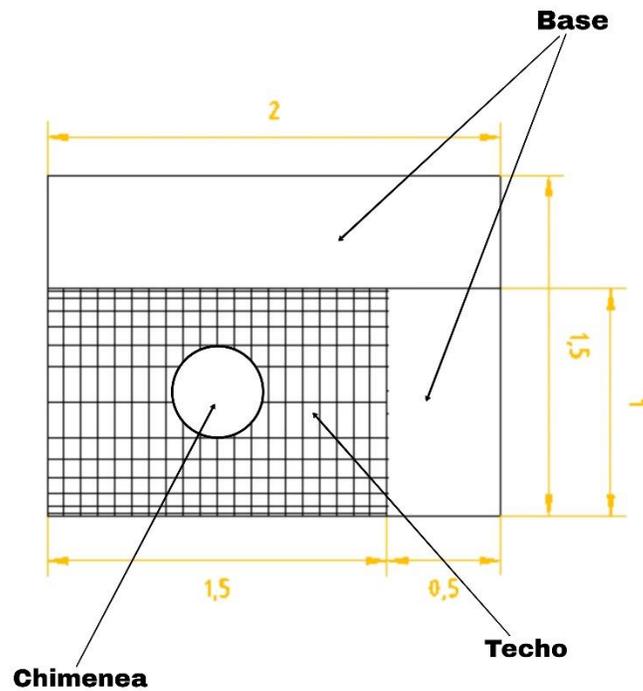


Figura 7. Estructura física de un horno mejorado, Fuente: M Umanzor 2021-AutoCAD.

Resultados en relación al segundo objetivo específico.

La Comparación técnica de los parámetros de eficiencia energética de los hornos mejorados y hornos tradicionales se realizaron de la forma siguiente:

Parámetros de eficiencia energética de los hornos mejorados y hornos tradicionales.

En relación a los hornos estudiados en la Ciudad de Condega, se obtuvieron los siguientes resultados.

Las temperaturas medias diarias de la cámara de cocción en los Horno mejorado es más alta debido a que su estructura esta mejor conservada y está separada de la cámara de combustión, por tanto, preserva por más tiempo el calor en comparación a los hornos tradicionales (figura 12).

Cámara de cocción de hornos mejorados – tradicionales

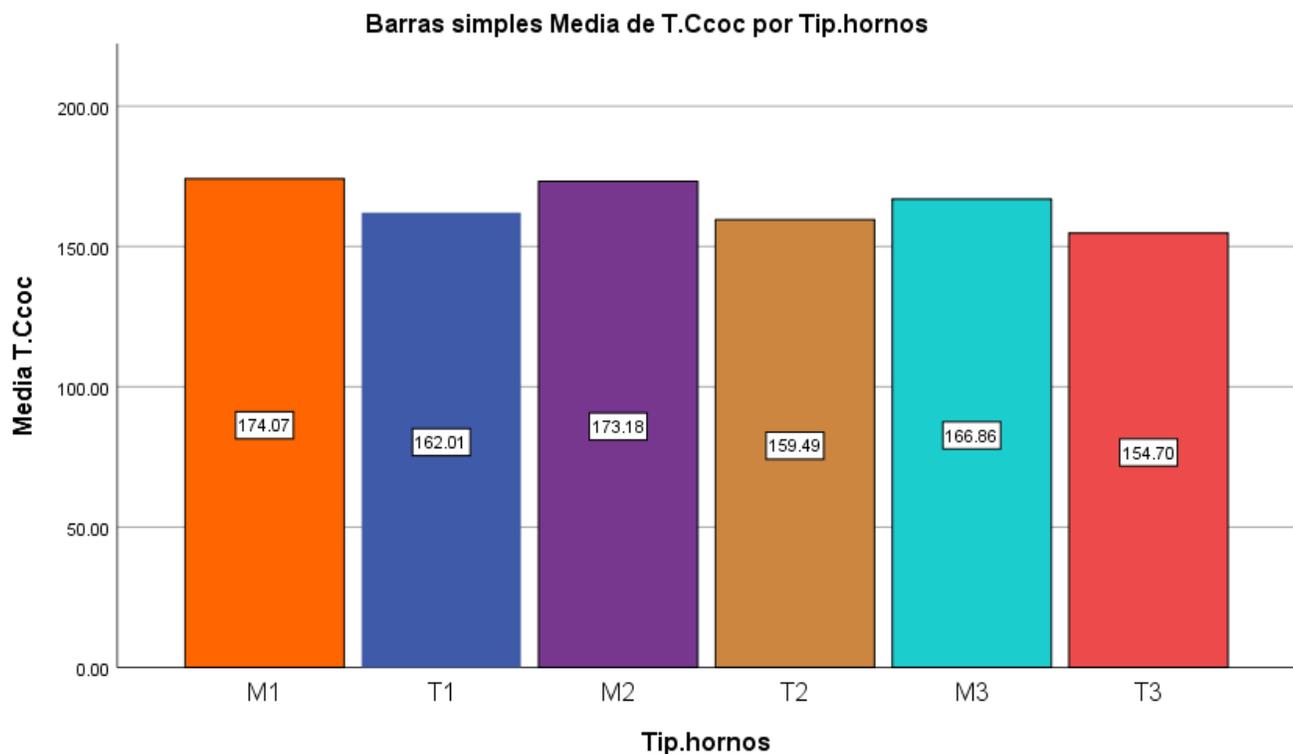


Figura 8. Temperatura (°C) Cámara de cocción de hornos mejorados – tradicionales, Fuente: Spss.

Las temperaturas medias en la cámara de combustión serán más alta mientras más hermética se encuentre.

Cámara de combustión de hornos mejorados vrs tradicionales.

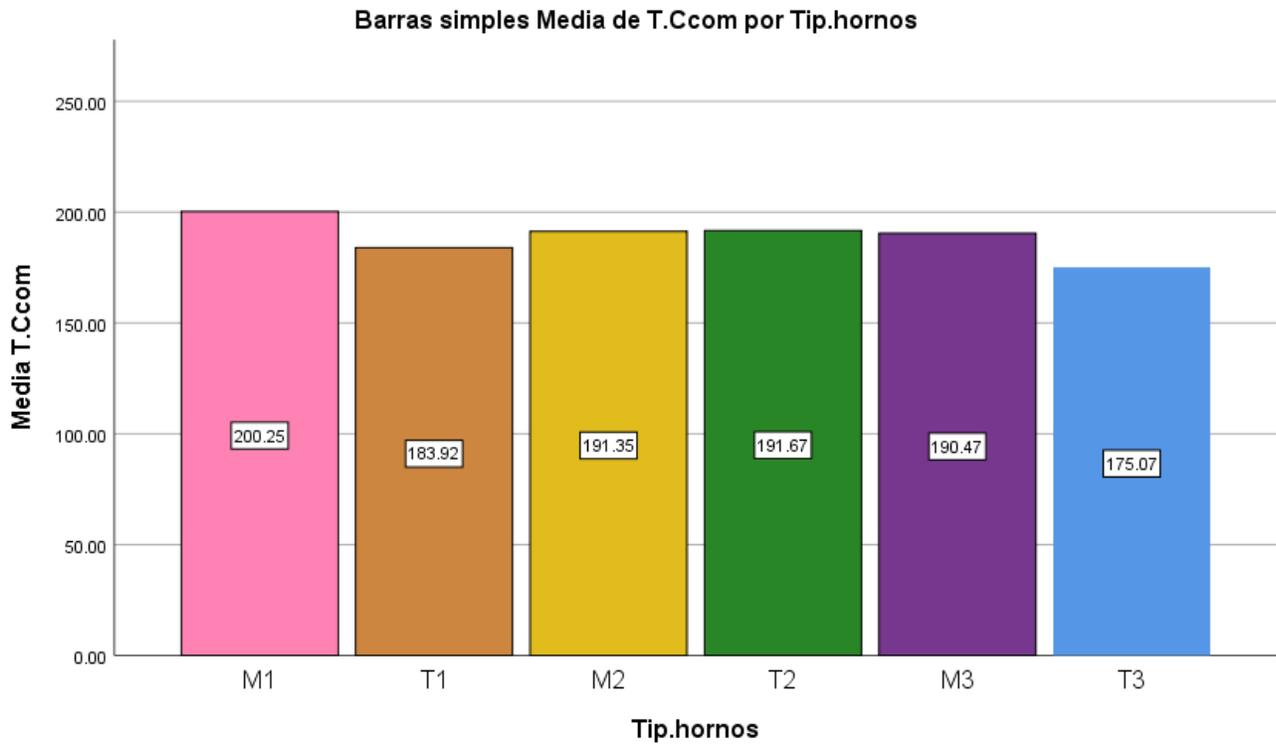


Figura 9. Temperaturas (°C) de cámara de combustión de hornos mejorados – tradicionales, Fuente: Spss.

Las emisiones de Dióxido de carbono es menor en los hornos mejorados ya que se utiliza menos cantidad de leña, que la necesaria en los horno convencionales.

Temperatura en cámara de combustión de hornos mejorados vrs tradicionales.

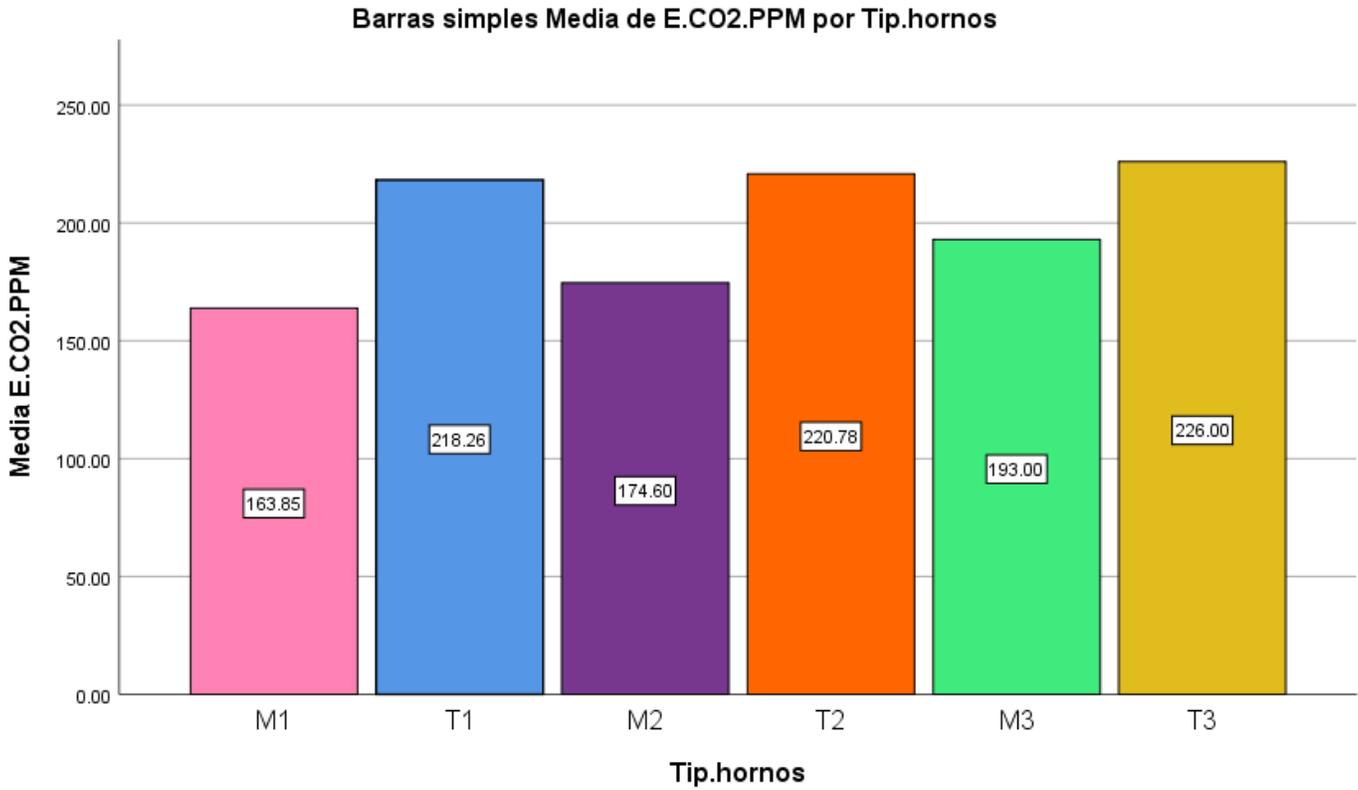


Figura 10. temperatura en cámara de combustión de hornos mejorados- tradicionales, Fuente: Spss.

Los hornos mejorados utilizan menos cantidad de leña en comparación a los hornos tradicionales., generando un ahorros significativo.

Peso de la leña en hornos mejorados vrs tradicionales.

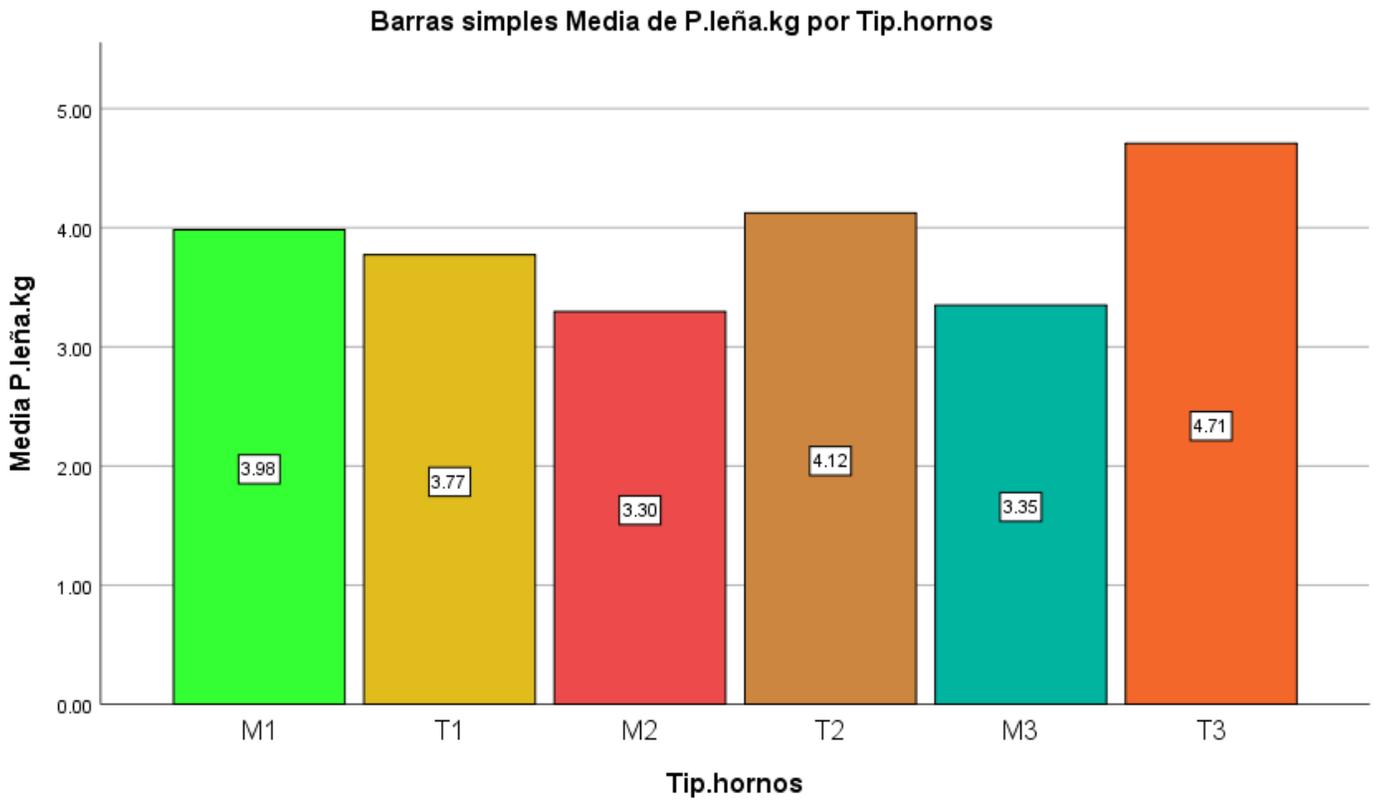


Figura 11. Peso de la leña en hornos mejorados- tradicionales, Fuente: Spss.

Los hornos tradicionales producen mayor cantidad de residuos ya que utilizan una mayor cantidad de leña en relación a los hornos mejorados.

Peso de la leña en ceniza en hornos mejorados- tradicionales.

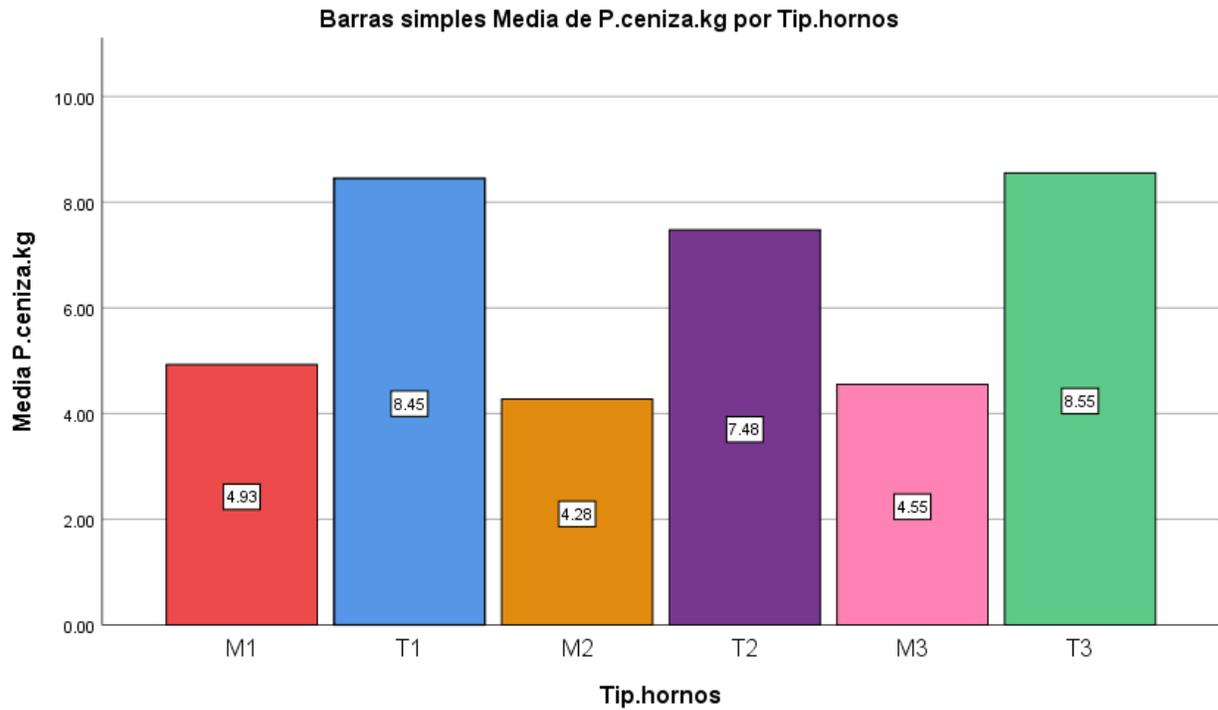


Figura 12. Peso de la leña en ceniza en hornos mejorados- tradicionales, Fuente: Spss.

El total de los residuos de cenizas en los hornos mejorados en comparación a los hornos tradicionales, los mejorados producen una cantidad muy baja que los hornos tradicionales, esto se debe a su bajo consumo de masa (leña), a la hora de combustión los hornos tradicionales generan cantidades altas en cenizas debido a su eficiencia al no ser buena necesita masa o combustible para poder aumentar su temperatura.

Humedad de la leña en hornos mejorados- tradicionales.

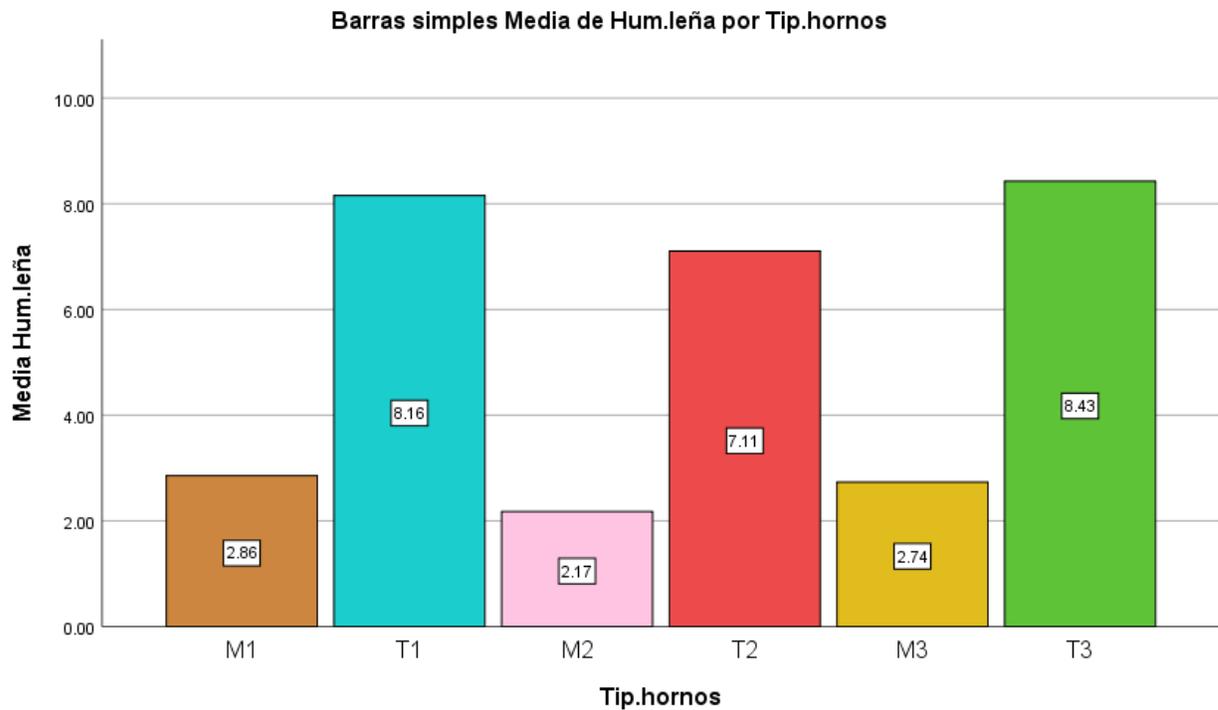


Figura 13. Humedad de la leña en hornos mejorados- tradicionales, Fuente: Spss.

La poca humedad en la leña de combustión de hornos mejorados se debe a su bajo consumo de la misma, provocando una menor cantidad de cenizas después de la combustión, en cambio los hornos tradicionales su nivel de humedad es alto comparado con los hornos mejorados, esto se debe a su gran cantidad de leña consumida a la hora de combustión.

Resultados en relación al tercer objetivo específicos.

Correlaciones de variables determinantes de la potencia entre los hornos tradicionales y los hornos mejorados.

Tabla 1. correlación de variables de eficiencia de hornos mejorados y hornos tradicionales, Fuente: Spss.

		Correlaciones					
		T.Ccoc	T.Ccom	E.CO2.PPM	P.leña.kg	P.ceniza.kg	Hum. Leña
T.Ccoc	Correlación de Pearson	1	.550**	-.398	-.194	-.266	-.298
	Sig. (bilateral)		.005	.054	.365	.208	.157
	N	24	24	24	24	24	24
T.Ccom	Correlación de Pearson	.550**	1	-.586**	-.234	-.503*	-.472*
	Sig. (bilateral)	.005		.003	.270	.012	.020
	N	24	24	24	24	24	24
E.CO2.PPM	Correlación de Pearson	-.398	-.586**	1	.527**	.782**	.658**
	Sig. (bilateral)	.054	.003		.008	.000	.000
	N	24	24	24	24	24	24
P.leña.kg	Correlación de Pearson	-.194	-.234	.527**	1	.708**	.621**
	Sig. (bilateral)	.365	.270	.008		.000	.001
	N	24	24	24	24	24	24
P.ceniza.kg	Correlación de Pearson	-.266	-.503*	.782**	.708**	1	.880**
	Sig. (bilateral)	.208	.012	.000	.000		.000
	N	24	24	24	24	24	24
Hum. Leña	Correlación de Pearson	-.298	-.472*	.658**	.621**	.880**	1
	Sig. (bilateral)	.157	.020	.000	.001	.000	
	N	24	24	24	24	24	24

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Mediante las pruebas estadísticas de Pearson, se puede conocer que la relación entre las variables de temperatura de la cámara de cocción y la temperatura de la cámara de combustión, es significativa ya que posee 0.005 siendo menor a 0.05, ambas variables son directamente proporcional ya que a mayor temperatura en la cámara de combustión también aumenta la temperatura en la cámara de cocción.

Según la correlación entre temperatura en la cámara de cocción y emisiones de CO₂ es significativa debido a que el valor es igual a 0.05, estas variables son

inversamente proporcional ya que a mayor temperatura en la cámara de cocción menor generación de CO₂.

De acuerdo a la correlación entre las variables temperatura de la cámara de cocción y el peso de la leña, no es significativa ya que 0.365 es mayor a 0.05, las variables son inversamente proporcionales debido a que a mayor temperatura en la cámara de cocción hay un consumo menor de leña.

No existe correlación entre la variable temperatura en cámara de cocción y peso en ceniza ya que 0.208 es mayor a 0.05, de acuerdo a las variables ambas son inversamente proporcional ya que a mayor temperatura en la cámara de cocción se generara una menor cantidad de ceniza.

La correlación entre las variables de temperatura de la cámara de cocción y la humedad de la leña, no es significativa esto se debe a que 0.157 es mayor a 0.05, según las variables estas son inversamente proporcional entre si debido a que a mayor temperatura en la cámara de cocción, la humedad será menor por ende se quemara más rápido.

La correlación entre la variable temperatura de la cámara de combustión y las emisiones de CO₂ es significativa debido a que 0.003 es menor que 0.05, de acuerdo a las variables ambas son inversamente proporcionales ya que a mayor temperatura en la cámara de combustión habrá una menor de CO₂.

La correlación de las variables temperatura de la cámara de la combustión y peso de la leña no es significativa por lo que 0.270 es mayor que 0.05, según las variables son inversamente proporcionales entre si debido a que mientras se genera mayor temperatura en la cámara de combustión, el consumo de la leña es menor.

La correlación entre las variables temperatura de la cámara de combustión y peso en ceniza, es significativa ya que 0.012 es menor a 0.05, las variables son inversamente proporcionales entre si ya que a mayor temperatura en la cámara de combustión la generación de ceniza es menor.

La correlación entre las variables temperatura de cámara de combustión y humedad de la leña es significativa por lo que 0.020 es menos que 0.05, de acuerdo con las variables ambas son inversamente proporcionales porque a mayor temperatura en la cámara de combustión es menor la humedad de la leña.

La correlación entre las variables emisiones de CO₂ y peso de la leña es significativa debido a que 0.008 es menor que 0.05. estas variables son

directamente proporcionales ya que si las emisiones de CO₂ son elevadas también el peso de la leña será elevado porque entre más leña quemada más CO₂ habrá.

Según la correlación entre las variables emisiones de CO₂ y peso de la ceniza es significativa dado que 0.000 es menor a 0.05, ambas variables son directamente proporcionales esto se debe a que a mayores generaciones de ceniza, aumentaran las emisiones de CO₂.

De acuerdo a la correlación entre las variables emisiones de CO₂ y humedad de la leña es significativa por lo que 0.000 es menor que 0.05, de acuerdo a las variables estas son directamente proporcionales ya que a mayor humedad de leña, mayor es la generación de emisiones de CO₂.

Según la correlación entre las variables peso de la leña y peso de la ceniza es significativa debido a que 0.000 es menor a 0.05, dichas variables son directamente proporcionales entre si esto se debe a que entre mayor peso de leña, aumenta el peso de las cenizas.

La correlación entre las variables peso de la leña y la humedad de la leña es significativa por lo que 0.001 es menor que 0.05, estas variables son directamente proporcionales esto se debe a que al tener un mayor peso de o un mayor volumen de leña, la humedad aumentará.

La correlación entre las variables peso de la ceniza y la humedad de la leña si es significativa ya que 0.000 es menor a 0.05, ambas variables son directamente proporcionales ya que al generarse un peso mayor de ceniza, la humedad de la leña aumentará.

Resultados en relación al cuarto objetivo específico.

Para determinar la eficiencia de los hornos mejorados y los hornos tradicionales se realizarán los siguientes cálculos:

- **Cálculo de eficiencia para un horno mejorado.**

Tabla 2. Datos para calcular el calor de en barril en un horno mejorado.

Calor específico o Ce, (J/kg. K)	Mas a (kg)	Conductivid ad térmica. (k)	Longitu d (L)	Coefficiente de transferenc ia de calor por convección (h) W/(m ² K)	Temperatur a ambiente (T [∞])	Temperatura en cámara de combustión (Tc)	Área (m ²)
450	16	79.5	0.8m	7200	25 °C-298 K	274 °C-574 K	0.431 5

Calor del barril se calculará de la siguiente manera:

$$Q_{barril} = Ah_c(\Delta T)$$

$$Q_{barril} = ANu(\Delta T)$$

$$Q = mCe\Delta T$$

$$Q = (16 \text{ kg})(450 \text{ J/kg})(249 \text{ K})$$

$$Q = 1792800 \text{ J}$$

$$h = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$h = \frac{1792800 \text{ J}}{249}$$

$$h = 7200$$

$$Nu = \frac{hL}{K}$$

$$Nu = \frac{7200(0.8m)}{79.5 W/m.K}$$

$$Nu = 72.45282$$

$$Q_{barril} = ANu(\Delta T)$$

$$Q_{barril} = (0.4315 m^2)(72.4528)(249 k)$$

$$Q_{barril} = 7784.5824 W/m^2$$

- **Paredes verticales del horno.**

Tabla 3. Datos específicos del aire.

Viscosidad cinemática γ^2 (m ² /s)	Temperatura ambiente (T [∞])	Temperatura en la cámara de combustión (T _c)	Conductividad térmica del aire (k)
1.562x10 ⁻⁵	25 °C- 298 K	274 °C- 574 K	0.02551

$$X = \left[\frac{Gr(\gamma^2)}{\left(\frac{\Delta T}{T}\right)g} \right]^{1/3}$$

$$\beta = \frac{1}{T^{\infty}.k} \quad \beta = \frac{1}{(298 k)(0.02551w/m. K)} = 0.1290w$$

$$Gr_x = \frac{(\beta\Delta T)gx^3}{\gamma^2}$$

$$Gr_x = \frac{(0.1290 * 249)(9.8m^2/s^2)(0.08m)}{(1.562x10^{-5})^2} = 1.03215058x10^{12}$$

$$hc = 1.3(\Delta T)^{1/3} \quad (10^9 < Gr_x < 10^{12})$$

$$hc = 1.3\left(\frac{249 \text{ k}}{0.8 \text{ m}}\right)^{0.33} = 8.8083$$

$$hc = 1.07(\Delta T)^{1/4}$$

$$hc = 1.07\left(\frac{249 \text{ k}}{0.8 \text{ m}}\right)^{0.25} = 4.494290$$

$$h = \frac{1}{L} \int_0^L hc \, dx = \frac{1}{L} \int_0^L 1.07(\Delta T/x)^{1/4} dx + \int_0^L 1.3(\Delta T)^{1/3} dx$$

$$h = \frac{1}{0.8 \text{ m}} \int_0^{0.8} 4.494290 + \int_0^{0.8} 8.8083$$

integración de los datos

$$4.494290 x + 8.8083 x$$

$$4.494290 (0.8) + 8.8083 (0.8)$$

$$3.595432 + 7.04664$$

$$10.642072$$

$$h = 1.25(10.642072)$$

$$h = 13.30259$$

- **Calor de las paredes.**

$$Q_{\text{paredes}} = hA\Delta T$$

$$Q_{\text{paredes}} = (13.30259)(0.4315 \text{ m}^2)(249 \text{ k})$$

$$Q_{\text{paredes}} = 1429.276829 \text{ W/m}^2$$

- **Evacuación de humo en el horno.**

Para calcular el área de la chimenea se utilizara la ecuación que se presenta a continuación:

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = (3.1516)(0.07m^2)$$

$$A = 0.015m^2$$

$$Q_{chimenea} = hA\Delta T$$

$$Q_{chimenea} = (13.30259)(0.015m^2)(249 K)$$

$$Q_{chimenea} = 49.68517365 W/m^2$$

- **Transferencia de calor por radiación.**

Tabla 4. Datos técnicos para calcular la trasferencia de calor por radiación.

Emisividad del hierro (ϵ)	Constante de Stefan-Boltzmann. (σ) w/m². K⁴	Temperatura ambiente °C - k	Temperatura cámara de cocción °C - k
0.740	$5.67 \times 10^{-0.8}$	25 °C – 298 K	200 °C - 473 K

$$Q_{rprod} = Ahrprod(Tc - Tamb)$$

Antes de calcular el calor por radiación del producto se calculará hrprod

$$h_{rprod} = \epsilon\sigma(Tc^2 + Tamb^2)(Tc + Tamb)$$

$$h_{rprod} = (0.740)(5.67 \times 10^{-0.8} w/m^2. K^4)(473 K^2 + 298 K^2)(473 K + 298 K)$$

$$h_{rprod} = (4.1958 \times 10^{-08})(312533)(771) = 10.110323$$

Habiendo calculado la hrprod podremos calcular el calor del producto de la siguiente manera:

$$Q_{rprod} = Ahrprod(Tc - Tamb)$$

$$Q_{rprod} = (0.08m^2)(10.110323)(175 k) = 1415.44522 w/m^2$$

- **Calor generado.**

Cálculo de la masa

Masa= 20.6 kg

Tiempo= 3.5 hrs

$m = dm/dt$

$m = 20.6 \text{ kg} / 3.5 \text{ hrs}$

$m = 5.8857$

Poder calorífico de la leña: 2700 kj/kg

$$Q_{gen} = PC \cdot m$$

$$Q_{gen} = (2700 \text{ kj/kg}) (5.8857 \text{ kg/hr})$$

$$Q_{gen} = 15891.42857$$

- **Eficiencia del horno.**

$$\eta = \frac{\sum Q_{barril} + \sum Q_{paredes} + \sum Q_{rprod}}{Q_{gen}}$$

$$\eta = \frac{7784.5824 W/m^2 + 1429.276829 W/m^2 + 1415.44522 w/m^2}{15891.42857}$$

$$\eta = \frac{10629.3044}{15891.42857} = 0.6688$$

$$\eta = 66.8\%$$

como resultado de los cálculos aplicados a un horno mejorado tendremos que la eficiencia es de 66.8%.

- **Cálculo de eficiencia para un horno tradicional.**

Tabla 5. Datos recolectados para calcular la eficiencia de un horno tradicional.

Viscosidad cinemática γ^2 (m ² /s)	Temperatura ambiente (T [∞])	Temperatura en la cámara de combustión (T _c)	Conductividad térmica del aire (k)
1.562x10 ⁻⁵	24 °C- 297 K	284 °C- 557 K	0.02551

$$X = \left[\frac{Gr(\gamma^2)}{\left(\frac{\Delta T}{T}\right) g} \right]^{1/3}$$

$$\beta = \frac{1}{T_{\infty,k}} \quad \beta = \frac{1}{(297 \text{ k})(0.02551 \text{ w/m. k})} = 0.131987 \text{ w}$$

$$Gr_x = \frac{(\beta \Delta T) g x^3}{\gamma^2}$$

$$Gr_x = \frac{(0.131987 * 260)(9.8 \text{ m}^2/\text{s}^2)(0.7 \text{ m})}{(1.562 \times 10^{-5})^2} = 9.648650209 \times 10^{11}$$

$$hc = 1.3(\Delta T)^{1/3} \quad (10^9 < Gr_x < 10^{12})$$

$$hc = 1.3\left(\frac{260 \text{ k}}{0.7 \text{ m}}\right)^{0.33} = 9.1622$$

$$hc = 1.07(\Delta T)^{1/4}$$

$$hc = 1.07\left(\frac{260 \text{ k}}{0.7 \text{ m}}\right)^{0.25} = 4.6973$$

$$h = \frac{1}{L} \int_0^L hc \, dx = \frac{1}{L} \int_0^L 1.07(\Delta T/x)^{1/4} dx + \int_0^L 1.3(\Delta T)^{1/3} dx$$

$$h = \frac{1}{0.7 \text{ m}} \int_0^{0.7} 4.6973 \, dx + \int_0^{0.7} 9.1622 \, dx$$

integración de los datos

$$4.6973 \, x + 9.1622 \, x$$

$$4.6973 (0.7) + 9.1622(0.7)$$

$$3.2881 + 6.4135$$

$$= 9.7016$$

$$h = 1.42(9.7016)$$

$$h = 13.7762$$

- **Calor de las paredes.**

$$Q_{\text{paredes}} = hA\Delta T$$

$$Q_{\text{paredes}} = (13.7762)(0.3216 \text{ m}^2)(260 \text{ k})$$

$$Q_{\text{paredes}} = 1151.9107 \text{ W/m}^2$$

- **Evacuación de humo en el horno.**

Para calcular el área de la chimenea se utilizara la ecuación que se presenta a continuación:

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = (3.1516)(0.09m^2)$$

$$A = 0.025m^2$$

$$Q_{chimenea} = hA\Delta T$$

$$Q_{chimenea} = (13.7762)(0.025m^2)(260 k)$$

$$Q_{chimenea} = 89.5453W/m^2$$

- **Transferencia de calor por radiación.**

Tabla 6. Datos para calcular la transferencia de calor por radiación en un horno tradicional.

Emisividad del ladrillo (ϵ)	Constante de Stefan-Boltzmann. (σ) w/m ² . K ⁴	Temperatura ambiente °C - k	Temperatura cámara de cocción °C - k
0.930	5.67×10^{-08}	24 °C – 297 K	284 °C - 557 K

$$Q_{rprod} = Ahrprod(Tc - Tamb)$$

Antes de calcular el calor por radiación del producto se calculara h_{rprod} .

$$h_{rprod} = \epsilon\sigma(Tc^2 + Tamb^2)(Tc + Tamb)$$

$$h_{rprod} = (0.930)(5.67 \times 10^{-08} w/m^2. K^4)(557 k^2 + 297 k^2)(557 k + 297 k)$$

$$h_{rprod} = (5.2731 \times 10^{-08})(398458)(854) = 17.9434$$

Habiendo calculado la h_{rprod} podremos calcular el calor del producto de la siguiente manera:

$$Q_{rprod} = Ahrprod(Tc - Tamb)$$

$$Q_{rprod} = (0.08m^2)(17.9434)(260 k) = 3732.227 w/m^2$$

- **Calor generado.**

Cálculo de la masa

Masa= 30 kg

Tiempo= 3.5 hrs

$m = dm/dt$

$m = 30 \text{ kg} / 3.5 \text{ hrs}$

$m = 8.5714$

Poder calorífico de la leña: 2700 kj/kg

$$Q_{gen} = PC \cdot m$$

$$Q_{gen} = (2700 \text{ kj/kg}) (8.5714 \text{ kg/hr})$$

$$Q_{gen} = 23142.8571$$

- **Eficiencia del horno.**

$$\eta = \frac{\sum Q_{paredes} + \sum Q_{chimenea} + \sum Q_{rprod}}{Q_{gen}}$$

$$\eta = \frac{1151.9107 \text{ W/m}^2 + 89.5453 \text{ W/m}^2 + 3732.227 \text{ w/m}^2}{23142.8571}$$

$$\eta = \frac{4973.683}{23142.8571} = 0.2149$$

$$\eta = 21.4\%$$

habiendo realizado los calculo obtuvimos como resultado un 21.4% para un tradicional.

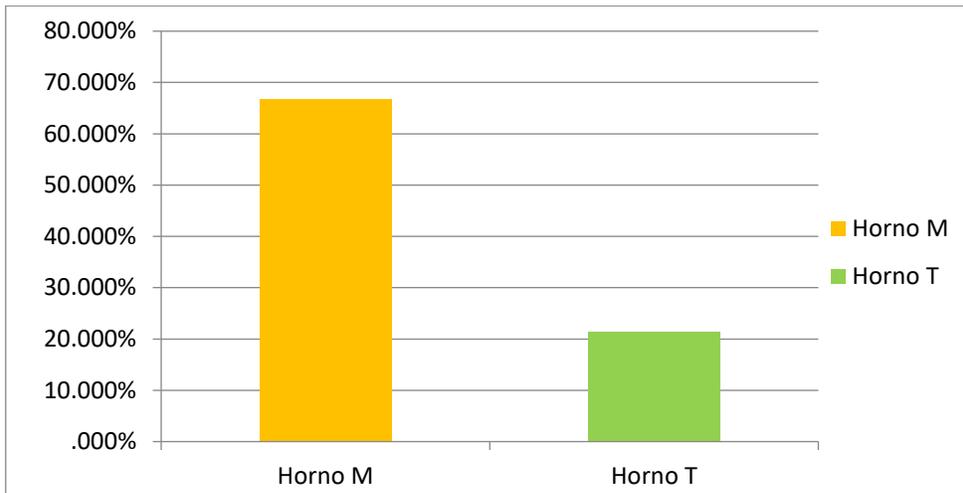


Tabla 7. Porcentaje de eficiencia de un horno mejorado y un horno tradicional.

Por medio de los cálculos realizados para conocer la eficiencia de un mejorados y un horno tradicional, se obtuvieron los datos siguientes:

Eficiencia de un mejorado: 66.8%.

Eficiencia de un horno tradicional: 21.4%.

Comparando ambos resultados vemos que el horno mejorado tiene una mayor eficiencia sobre un tradicional.

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el estudio realizado proponemos la metodología siguiente para dar un mantenimiento adecuado para los hornos.

Metodología para un mantenimiento preventivo en hornos.

Habiendo observado el estado y funcionamiento de los hornos se propone la metodología siguiente para un mantenimiento preventivo:

Metodología para un mantenimiento preventivo de los hornos mejorados.

Para realizar los mantenimientos preventivos a los hornos se deberán seguir los siguientes pasos;

1. Realizar limpieza dos veces a la semana en cámara de combustión, cámara de cocinado y chimenea, utilizando las siguientes herramientas: escobilla. Primeramente se limpiara la cámara de cocinado y se lavaran las parrillas que se encuentren dentro del horno, Con la escobilla se recogerá los desechos de ceniza de la cámara de combustión, luego se dirigirá a la chimenea en donde se deberá introducir la escobilla para retirar los restos de hollín producidos durante en horneado.
2. Inspeccionar cada 4 meses los hornos para hacer mejoras necesarias a la estructura entre estos podría ser: mejorar el aislamiento de las paredes de dichos hornos para mantener el calor con una eficiencia más alta, para esto deberá tener la tierra preparada con los mismos materiales que se han utilizado a la hora de construirlos.
3. cambio de conservante de calor(piedrín) dentro de la cámara de cocinado; para hacer el cambio de piedrín, se debe sacar totalmente del interior del horno, luego se introduce el piedrín nuevo.
4. Se debe utilizar el horno continuamente para evitar que al momento de encenderlo cueste más por el enfriamiento generado por el tiempo que este en reposo.

Estos son los procesos adecuados para darle un mantenimiento correcto a los hornos mejorados y así poder alargar la vida útil.

Capitulo IV

10. Conclusiones

- Los hornos mejorados poseen mayor eficiencia energética que los hornos tradicionales, en gran manera esto se debe a su diseño de estructura y a los materiales de aislamiento que evitan que el calor se filtre o se pierda al exterior, de igual manera el consumo de leña de los hornos mejorados es baja comparado a un horno tradicional esto le hace ser eficiente. En términos de porcentajes: Los hornos mejorados tienen una eficiencia de un 66.8%, en cuanto que los hornos tradicionales solamente poseen un 21.4% .
- Los hornos mejorados están diseñados para aprovechar en gran manera su proceso de combustión, su estructura o sus materiales de aislamiento se tomaron en cuenta debido a que mantienen la temperatura en las cámaras de combustión y las filtraciones de calor al exterior son bajas.
- El horno mejorado tiene una producción igual a la de un horno tradicional, utilizando menor cantidad de leña que un horno tradicional, esto se debe a que el área a calentar es más reducida y que su estructura contiene elementos que conservan mejor el calor. Los hornos mejorados pretenden mejorar la calidad y producción de rosquillas
- Con el implemento de estos hornos mejorados se reduce la generación de CO₂ y el consumo excesivo de la leña.
- Los hornos tradicionales necesitan más cantidad de leña para poder llegar a una disminución de temperatura mínima en el tiempo de cocción.
- Los parámetros técnicos tanto en los hornos mejorados como tradicionales se llevaron a cabo de manera exitosa, las temperaturas en el interior y exterior de los hornos mejorados y tradicionales y la emisión de gases se compararon y se obtuvieron resultados prometedores para la eficiencia energética de ambos tipos de hornos.
- Ambos tipos de hornos se relacionan debido al tipo de proceso que se efectúan en estas máquinas térmicas, de igual manera su eficiencia se puede calcular con los mismos parámetros tanto en hornos tradicionales como mejorados.
- La metodología que se propondrá serán medidas de mantenimiento para que los hornos mejorados trabajen de manera eficaz
- Con relación al tema de salud al no existir emisiones de efecto invernadero en grandes cantidades en el área de trabajo, disminuyen las enfermedades de respiración en la familia.

11.Recomendaciones

- Se debe dar uso al horno continuamente para que el funcionamiento sea eficaz.
- Se debe utilizar leña adecuada para un mejor funcionamiento del horno(leña totalmente seca).
- Insertar cuidadosamente la leña al horno para evitar daños en la estructura de este.
- Mantener en buen estado la estructura de techo para evitar daños por lluvias.
- Dar mantenimiento preventivo cada 4 meses en la estructura de los hornos.
- Aislar la puerta de entrada de la cámara de cocinado esto para que el calor generado no se filtre al exterior provocando pérdidas.
- A la hora de encendido del horno no usar materiales derivados de plásticos esto para evitar el exceso de CO₂.

12. Bibliografías

- Banco Mundial. (2016). Bangladesh: Hornos modernos para fabricar ladrillos reportan beneficios en materia de desarrollo. *Banco Mundial*.
- Benavides, I, A. J. (2015). Evaluacion de cocinas mejoradas tipo ceta hibrida y el impacto en areas como medio ambiente, salud y economia y los beneficions en comunidades de jinotega. *Evaluacion de cocinas mejoradas tipo ceta hibrida y el impacto en areas como medio ambiente, salud y economia y los beneficions en comunidades de jinotega*. Universidad nacional autonoma de nicaragua, unan-managua, farem-esteli, Esteli.
- Confidencial. (20 de 9 de 2013). *Confidencial Tv*. Obtenido de Google. Chrome: <https://archivo.confidencial.com.ni/articulo/13888/esperan-reducir-del-45-8-al-10-el-consumo-de-lena-para-cocinar>
- Diario El Mundo, E. S. (19 de Septiembre de 2013). *SICA*. Obtenido de Google.Chrome: <https://www.sica.int/consulta/Noticia.aspx?Idn=81049&idm=1>
- Disnorte-Dissur. (s.f.). *Disnorte-Dissur*. Obtenido de Google Chrome: <https://www.disnorte-dissur.com.ni/que-es-la-eficiencia-energetica-y-para-que-sirve>
- Escodo Aponte Luisa, Teran Mendez Junior. (Enero de 2007). *tesis.ipn.mx/*. Obtenido de Google Chrome: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3608/Binder1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Experimenta. (s.f.). *Experimenta*. Obtenido de Google. Chrome: <https://valerygaravito.wordpress.com/fisica-de-fluidos/conceptos-basicos/eficiencia-termica-o-rendimiento/>
- Factorenergia. (06 de febrero de 2017). *Factorenergia*. Obtenido de Google. Chrome: <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/que-es-la-eficiencia-energetica/>
- Fibraclim. (30 de marzo de 2019). *Fibraclim*. Obtenido de Google. Chrome: <https://fibraclim.com/blog/tipos-de-hornos-industriales/>
- Gardey, J. P. (2008). *definicion de*. Obtenido de definicion de: <https://definicion.de/eficiencia/>

- Gómez. A, Jiménez. I, Ávila. O, Reséndiz. C. (07 de octubre de 2016). Mejoramiento de la eficiencia térmica de un horno convencional para fabricar. *Revista Tecnología e Innovación*, 85-94. Obtenido de Mejoramiento de la eficiencia térmica de un horno convencional para fabricar: https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Tecnologia_e_innovacion/vol3num9/Revista_Tecnologia_e_Innovacion_V3_N9_16_10.pdf
- Guerrero G., G.; Espinel B., E. y Sánchez A., H.G. (2017). Análisis de temperaturas durante la cocción de ladrillos macizos y sus propiedades finales. *Tecnura*, 118-131.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. . (2014). *Metodología de la Investigación (Sexta edición ed.)*. Mexico DF: Mc Graw Hill.
- HOLMAN, J. (1999). *Transferencia de calor* . mexico: COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A. DE C.V.
- INAFOR. (2008). *Instituto Nacional Forestal*. Obtenido de Google. Chrome: <http://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/Docs/Documentos%20Tecnicos/Analisis%20%20Sector%20Forestal%20Nic%20Inafor.pdf>
- Inzunzan. J. (16 de febrero de 2002). *Introducción a la Mecánica*. Obtenido de Introducción a la Mecánica.: <https://www2.dgeo.udec.cl/juaninzunza/docencia/docencia.html>
- John Howell, R. B. (1990). *Principios de Termodinamica para Ingenieros*. Mexico: DERECHOS RESERVADOS 0 1990, respecto a la primera edicibn en español por.
- Jolly, R. G. (12 de enero de 2015). *algarabia*. Obtenido de algarabia: <https://algarabia.com/ciencia/como-funciona-el-horno-de-microondas/>
- Lopes. N y Valladares. L. (21 de Noviembre de 2012). *Experiencia de la implementacion de hornos mejorados*. Obtenido de Google. Chrome: www.sica.int
- Magnone, H. (19 de diciembre de 2016). *la voz*. Obtenido de la voz: <https://www.lavoz.com.ar/casa-diseno/hornos-electricos-aliados-de-la-cocina>
- MARENA. (15 de Febrero de 2011). *MARENA*. Obtenido de Google. chrome: <http://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp->

content/uploads/Docs/Documentos%20Tecnicos/estrategia_lena_carbon%20en%20Nicaragua.pdf

MEM. (12 de Noviembre de 2020). *Ministerio de Energias y Minas*. Obtenido de Google. Chrome:

http://www.cndc.org.ni/graficos/graficaGeneracion_Tipo_TReal.php

MEM. (12 de Noviembre de 2020). *Ministerio de Energias y Minas*. Obtenido de Google. Chrome: <http://www.enatrel.gob.ni/>

Naturgy. (3 de enero de 2019). *Naturgy*. Obtenido de Google. Chrome: https://www.naturgy.es/empresas/blog/hornos_de_gas_una_solucion_eficiente_a_la_vez_que_polivalente

Orellana, R, Flores. E. (septiembre de 2014). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO DE CRISOL*. Obtenido de DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO DE CRISOL: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6320/1/Dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20un%20horno%20de%20crisol%20para%20aleaciones%20no%20ferrosas.pdf>

Pérez Porto. J y Merino. M. (2009). *Definicion.de*. Obtenido de Definicion.de: <https://definicion.de/horno/>

Planas, R. (25 de abril de 2018). *Gamma*. Obtenido de Gamma: <https://www.gamma.es/blog/5-ventajas-de-cocinar-en-un-horno-de-lena/>

Poveda. (agosto de 2007). *olade.org*. Obtenido de oladeorg: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0054.pdf>

Sosa, L. B. (2014). *COCINAS SOLARES: TECNOLOGÍA ECOLÓGICA*. *Sabermas*

Tapia, N. D. (4 de abril de 2015). *monografias*. Obtenido de monigrafias: <https://www.monografias.com/trabajos15/transf-calor/transf-calor.shtml>

13. Anexos

Anexo 1. Instrumentos de mediciones

Entrevista realizada a los propietarios de los hornos mejorados.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Entrevista dirigida a empresarios.

Objetivo: Recopilar información relacionada a la eficiencia de hornos mejorados para la producción de rosquilla en la ciudad de Condega, en el año 2020

DATOS GENERALES

Nombre: _____

Cargo: _____

Fecha de aplicación: _____

I. IMPLEMENTACIÓN

1. ¿Cómo surge la idea de implementar el proyecto de hornos mejorados en la ciudad de Condega?
2. ¿Cuánto tiempo tiene de haber implementado el uso de estos hornos mejorados?

II. CONSTRUCCIÓN

3. De qué manera participo en la construcción de estos hornos?
4. ¿Qué aspectos se tomaron en cuenta para la construcción de estos hornos?
5. ¿Qué materiales fueron utilizados en la construcción o mejora de este tipo de hornos?

III. COSTO BENEFICIO

6. ¿Cómo valora la relación que existe en el costo-beneficio en función a la producción y el consumo de leña con hornos tradicionales y hornos mejorados?

7. ¿Considera que la inversión de estos hornos, se recupera a corto, mediano o largo plazo?
8. ¿Qué ventajas y desventajas ha experimentado con el uso de estos hornos mejorados?
9. ¿Considera más viable el uso de hornos tradicionales, con relación al horno mejorado?
10. ¿Recomendaría la implementación de los hornos mejorados?

Anexo 2. Graficas

GRÁFICO No. 1: ESTRUCTURA DE LAS IMPORTACIONES PETROLERAS POR EMPRESA
Enero – Septiembre, 2019

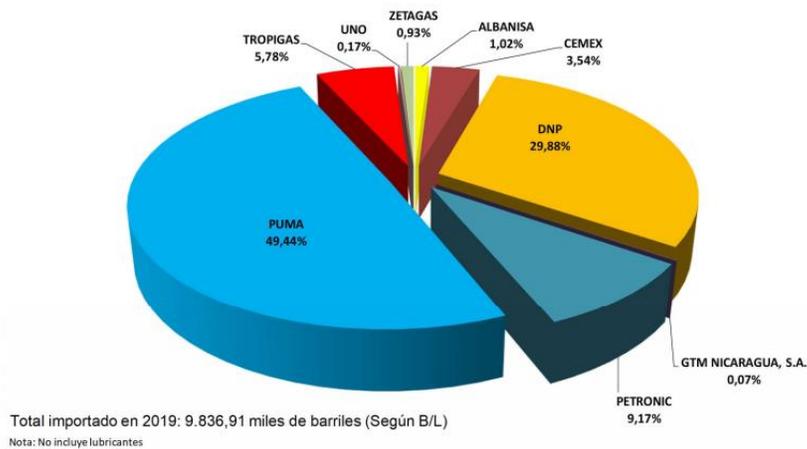


Gráfico de estructura de las importaciones petroleras por empresa.

Anexo 3. Figuras



Toma de temperatura en cámara de combustión y cámara de cocción de un horno mejorado.



Toma de temperatura con termómetro laser en cámara de combustión del horno mejorado .



Toma de datos de temperatura



Estructura de horno mejorado.



Propietaria preparando la masa para las rosquillas.



Medición de CO2 durante el proceso de cocinado de rosquillas



Introducción de la leña en la cámara de combustión del horno mejorado.



Introducción de la rosquilla en la cámara de cocción del horno mejorado.

Tabla 8. Propietarios de los hornos tradicionales entrevistados.

Nombres	Apellidos	Fecha	Código	Tipo de horno
Alma Rosa	Rugama Suarez	10/10/2020	PE1	mejorado
Olimpia	Rugama Suarez	10/10/2020	PE2	mejorado
Pedro	Gómez	10/10/2020	PE3	mejorado