



Diseño y construcción de un prototipo de estufa eco eficiente por medio de un sistema de recuperación de exergía de los gases de combustión en la ciudad de San Juan de Pasto.

Yessyka Andrea Cuéllar Ortega, Andrés Camilo Lasso Páez, David Esteban Mora Arellano

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño
Pasto Nariño

yessyka.cuellar15@gmail.com, andrescamlass@gmail.com, estebanbmx91@gmail.com

Resumen — A través de este artículo se pretende mostrar el trabajo de investigación sobre estufas eco-eficientes, desarrollado en el sector urbano de la ciudad de San Juan de Pasto, el cual se orientó a optimizar la calidad de vida de sus habitantes. Pues, las estufas a gas que actualmente se usan llevan 25 años con el mismo diseño, considerándose anticuado e ineficiente.

Esta investigación se enfocó en aumentar la eficiencia de las estufas a gas tradicionales, por lo tanto, se diseñó un prototipo que supere la eficiencia del modelo actual reduciendo el tiempo de cocción y el consumo de combustible. Por tanto, a futuro, se generará menos costos y un adecuado uso de la energía.

El interés por introducir una nueva tecnología en cuanto a diseño y eficiencia en las estufas, supone mejores rendimientos en términos de consumo en comparación con una estufa tradicional. Una estufa mejorada es aquella tecnología de cocción cuyo diseño hace posible que la eficiencia general sea comparativamente superior a la estufa a gas tradicional.

Abstract— This article aims to show the work of research on eco-efficient stoves, developed in the urban sector of the city of San Juan de Pasto, which was oriented to optimize the quality of life of its inhabitants. Well, the gas stoves currently used have the same design as 25 years ago, considering themselves old-fashioned and inefficient.

This research focused on increasing the efficiency of traditional gas stoves; therefore, this prototype was designed that overstep the efficiency of the current model by reducing cooking time and fuel consumption. In this way, in the future, less costs will be generated and an adequate use of energy.

For this reason, introducing a new technology in terms of design and efficiency in the stoves, supposes better performance in terms of consumption compared to a traditional stove. An enhanced stove is that cooking technology whose design makes it possible for the overall efficiency to be comparatively superior to the traditional gas stove.

I. INTRODUCCIÓN

El diseño y construcción que se propone, contempla una modificación en el sistema de transferencia de calor. Este consiste en un sistema de re-circulación de humos de combustión, que se encargará de retrasar la salida de estos para así transferir más calor a las paredes del recipiente. Y, un sistema de re-radiación de la flama el cual re-direccionará el calor de esta hacia el recipiente y así evitar la pérdida de energía calorífica.

Por tanto, el gas siendo un combustible fósil, es un recurso no renovable, por lo que su precio tiende a aumentar con el pasar del tiempo, lo cual afectará la economía de sus usuarios.

De esta manera y, teniendo en cuenta lo antes mencionado, se consideró necesaria la realización de este proyecto de investigación, pues, se pretende reducir el gasto económico que tienen los habitantes de esta región al consumir gas. Por otra parte, minimizar la contaminación, haciendo posible una mayor relación beneficio/costo.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente la ciudad de San Juan de Pasto cuenta con 450.815 habitantes en total, 376.456 en el sector urbano de los cuales el 77% cocinan con gas, el 23% con estufa eléctrica o cualquier otro elemento que sirva para la cocción de los alimentos (leña, carbón). [1]

De acuerdo con los estudios del DANE, en la ciudad hay un consumo promedio de 30 libras de gas al mes por cada hogar usuario de este tipo de combustible. Por tanto, el gobierno ha concedido un subsidio aproximado del 50% del valor del cilindro de GLP (Gas Licuado de Petróleo) en su presentación de 33 lb para personas de estrato uno y dos. [2]

Debido al sistema de transferencia de calor por convección y la utilización de estufas tradicionales en la ciudad de San Juan de Pasto sus habitantes o usuarios solamente estarían

aprovechando de 45% a 50% de este combustible, es decir 13.5 lb a 15 lb. [3] [4]

Los combustibles fósiles como el gas, son una mezcla de dos hidrocarburos, propano y butano, estos generan dióxido de carbono y aportan a la destrucción de ambientes naturales debido a su explotación en yacimientos de petróleo, convirtiéndolo en un recurso no renovable. Actualmente se remplazan estos gases derivados del petróleo por gas natural, la ventaja de este elemento es que su combustión es más limpia, ya que la emisión de dióxido de carbono y sulfuros es mínima. [5]

De acuerdo con los sistemas tradicionales presentes en una cocina, las estufas que actualmente son utilizadas en los hogares, funcionan con sistemas simples, los cuales constan de un depósito de gas (propano, butano, natural), una válvula, un sistema de conducción de gas (transporta el fluido hasta los inyectores), regulador de aire, inyectores (permite que el gas vaya en una sola dirección), quemadores, válvulas externas (regulan la cantidad de gas en cada quemador). Al abrir el paso de gas mediante las válvulas externas, el gas se dirige hacia el regulador de aire generando una mezcla entre los dos; esta mezcla sigue su camino hasta llegar al quemador, donde al hacer contacto con el encendido eléctrico, un cerillo encendido o la fricción de un material cerámico con un metal tendremos como resultado la flama. Esta a su vez, en contacto directo con el recipiente a calentar, transmitirá calor por unidad de área, sin tener en cuenta el aire que se está calentando alrededor de dicha flama. Como consecuencia de esto se produce una gran pérdida de energía calorífica que también se representa en pérdidas económicas.

III. JUSTIFICACIÓN

Al estar utilizando cualquier tipo de combustible fósil o sus derivados, como el gas propano, gas butano o gas natural, estamos contribuyendo con la contaminación del medio ambiente, así como también con la aceleración del efecto invernadero por medio de la explotación del combustible y posteriormente la quema del mismo.

Este combustible fósil (gas), es un recurso no renovable, por tanto su precio tiende a aumentar con el pasar del tiempo, lo cual afecta directamente la economía de los usuarios consumidores de este.

Por esta razón la investigación se enfocó en el mejoramiento de las estufas utilizadas en los hogares de la ciudad de San Juan de Pasto, implementando un sistema de transferencia de calor por convección y un sistema de recuperación de energía a través de la radiación, logrando así una mayor eficiencia, menor contaminación y una mayor relación beneficio costo.

IV. OBJETIVOS

A. *Objetivo General*

Diseñar y construir un prototipo de estufa que mejore la eficiencia con respecto a las estufas a gas tradicionales reduciendo el consumo de gas y dando un mejor aprovechamiento a la energía térmica de transferencia en la actualidad.

B. *Objetivos Específicos*

Analizar la eficiencia energética de las estufas a gas tradicionales y sus métodos de transferencia de calor con el fin de comparar y detectar las posibles mejoras.

Diseñar y construir un sistema de retención de aire caliente y transferencia de calor por medio de convección forzada y radiación combinada de gases de combustión que se acople a la dimensión de los recipientes para cocción, con el fin de demostrar el aumento en la eficiencia energética de la estufa.

Diseñar y construir un prototipo de estufa eco-eficiente, con el propósito de realizar pruebas de funcionamiento, cálculos de eficiencia, y comparación con respecto a la estufa tradicional.

V. MARCO TEÓRICO

A. *Antecedentes*

Una estufa es un artilugio que se utiliza para preparar alimentos por medio de hornillas (salidas de gas cubiertas por una parrilla metálica). Generalmente la estufa funciona con gas, sin embargo también pueden funcionar por medio de electricidad, leña o carbón. [6]

La creación de la estufa surge con la necesidad de controlar el fuego. La primera vez que el ser humano consiguió controlar el fuego y usarlo para preparar sus alimentos fue con leña, obteniendo una fogata, la cual facilitó la manera de cocinar estos.

Con el pasar del tiempo surgieron los fogones donde el fuego permanecía encerrado y de esta manera se aprovechaba mejor su poder calorífico. Después, el fogón tuvo una pequeña evolución la cual consistía en situar vasijas encima de una plancha de cemento y no directamente sobre el fuego. [7]

Posteriormente en el siglo XVII apareció el primer diseño de estufa la cual encerraba totalmente el fuego, llamada estufa Castrol, esta se ocupaba de cocinar y proveer calor a los hogares, pero esta misma función era su desventaja, el humo que emitía era muy molesto, por esta razón continuó el deseo de mejorar la estufa.[8]



Fig. 1. Estufa Castrol. Tomada de:

<https://www.google.com.co/search?q=estufa+castrol&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjilrD043eAhVvs1kKHZpuAvEQsAR6BAgCEAE&biw=1366&bih=608#imgrc=3TnyulC9QbXviM>

En el siglo XVIII Benjamín Franklin perfeccionó el diseño de las estufas cerradas que utilizaban leña para su funcionamiento, con un modelo de hierro que encerraba más el calor y utilizaba menos combustible (leña), debido a la sobreexplotación de este combustible surgió una escasez lo que dio lugar al uso de otros recursos naturales como el gas. [9]

James Sharp presentó el primer diseño de estufa que utilizaba gas propano como combustible, pero no tuvo aprobación debido a que se creía que dicho gas era capaz de alterar el sabor y la textura de los alimentos. Después de varios años estas creencias fueron desapareciendo y empezó el sistema de suministro de gas en las ciudades.

En 1900 los fabricantes de estufas empezaron a esmaltar el hierro facilitando así su limpieza. En 1922 se innovó su diseño incorporando encendedores automáticos para las perillas y disminuyendo considerablemente su tamaño. Al pasar los años se empezaron a fabricar de acero inoxidable.

A comienzos del siglo XX los británicos R.E. Crompton y J.H. Dowsing diseñaron la primera estufa eléctrica conformada por un alambre de alta resistencia y una placa rectangular de hierro, el alambre enrollado conducía calor y electricidad al mismo tiempo. Después de esto aparece la primera estufa eléctrica portátil. Perfeccionaron el modelo de la estufa anterior con nuevos materiales como el níquel y el cromo para lograr mayores temperaturas y se reemplazó la placa de hierro por arcilla refractaria. [10]

Tuvo que pasar bastante tiempo para que se modificara el modelo de la estufa a gas y se creara un modelo más eficiente, cómodo, sencillo y ligero que no generara gases dañinos para el medio ambiente. Fue así, como apareció la estufa a gas que conocemos actualmente.

En la actualidad surgió un nuevo diseño de estufa, aunque su tecnología no es nueva, se dice que son más eficientes y seguras que las estufas a gas y las eléctricas convencionales utilizadas actualmente. Las estufas de inducción son las primeras estufas en las cuales se puede colocar la olla en cualquier lugar de su superficie y esta es capaz de calentarla.

Pero al usar energía eléctrica para la cocción de los alimentos se debe comparar y analizar su consumo eléctrico, con el consumo volumétrico de gas que utiliza una estufa a gas convencional. De esta manera sería posible saber si en realidad su eficiencia es mayor. [11]

La estufa doméstica que funciona con gas como combustible utilizada actualmente consta de parrillas redondas llamadas hornillas, generalmente llevan incorporado su sistema de encendido el cual es a base de una chispa eléctrica, aunque también se puede hacer desde el exterior con cerillos o un encendedor. Normalmente tiene perillas giratorias para el control de paso de gas a cada una de sus parrillas.

Se hace necesario nombrar algunas características del tipo de gas que se usó como combustible para el funcionamiento de la máquina que se obtuvo de este proyecto.

“El Gas Licuado de Petróleo (GLP) o gas propano, se define como un compuesto de varios hidrocarburos (hidrógeno + carbono), obtenido mediante procesos de refinación del petróleo o a partir del procesamiento del gas natural.” [12] Se caracteriza por no tener color, olor, ser tóxico, inflamable. Como este tipo de gas no tiene color ni olor antes de ser almacenado en su depósito se le añade otro gas llamado mercaptano el cual le da su olor característico, facilitando así su detección en caso de fugas.

VI. MARCO CONCEPTUAL

Este trabajo se basó en estudiar y analizar los métodos utilizados de transferencia de calor y energía en las estufas tradicionales y, así mismo su eficiencia y las pérdidas de energía calorífica. Puesto que, el mejoramiento de la eficiencia de las estufas convencionales no ha tenido relevancia en los últimos años y se hace necesaria la intervención de la ingeniería en esta investigación.

Exergía: es la energía máxima útil aprovechable que se le puede extraer a un sistema térmico hasta llevarlo al estado de temperatura ambiente.

Sistema eco - eficiente: es un sistema que reduce el consumo de energía calorífica haciendo uso eficiente de ésta y contribuyendo a la preservación del medio ambiente.[13]

Coefficiente de transferencia de calor por convección (h): coeficiente de transferencia de calor por el fluido, el cual varía con las propiedades del líquido que transmite calor. [14]

Conductividad térmica: capacidad de un material de transferir calor por conducción, es decir, por contacto entre partículas o cuerpos y sin intercambio de materia. Se produce en mayor proporción en aquellos materiales con alta conductividad térmica.[15]

Convección forzada externa: aquella convección donde la transmisión de calor entre una superficie y un fluido en movimiento circula a través o alrededor del mismo. [16]

Convección forzada interna: se producen cuando un flujo de velocidad uniforme y temperatura ingresa en un tubo

generando placas límite de velocidad y temperatura en las paredes.[17]

Convección natural: flujo, resultado de la diferencia de temperatura del fluido el cual sucede en presencia de la fuerza de gravedad. [18]

Corrosión metálica: deterioro o ataque no deseado que sufre un material debido a una reacción química o electroquímica con componentes provenientes del medio ambiente que lo contiene. La corrosión ha causado graves daños en la industria ya que produce daños en diferentes elementos generando así una baja eficiencia en los procesos y un alto costo en mantenimiento y reparación. [19]

Energía calorífica: energía que se manifiesta en forma de calor, es decir, pasa de un elemento de mayor temperatura a uno de menor temperatura. Esta es capaz de convertirse en energía mecánica o energía eléctrica. [20]

Radiación: transferencia de calor de un cuerpo a otro sin que ellos tengan contacto ni conexión por medio de otro cuerpo conductor. [21]

Sistema de recuperación de energía calorífica: sistema que utiliza y aprovecha la energía térmica o calor que se emana al medio ambiente sin realizar ningún beneficio y, que por medio de este se puede recuperar una parte de energía térmica, haciendo posible que la eficiencia de la estufa sea más alta. [22]

Termómetro: herramienta utilizada para medir la temperatura, generalmente es un tubo de vidrio, este contiene en su interior otro tubo de menor tamaño que puede ser de mercurio o alcohol el cual varía de volumen dependiendo los cambios de temperatura que mida. [23]

Transferencia de calor: proceso donde el calor se esparce o se propaga en diferentes medios, por ejemplo, de un objeto con alta temperatura, a otro con menor temperatura. La transferencia de calor se encarga de cambiar la energía interna de los sistemas implicados, es entonces cuando se cumple la primera ley de la Termodinámica. [24]

VII. MARCO TECNOLÓGICO

El diseño se desarrolló utilizando un software CAD (Computer Aided Design) o diseño asistido por computador. Algunos de estos softwares pueden ser; auto CAD, inventor o, solid Works, también se utilizará renders de ensamble en 3D y mejoras del diseño. Con la ayuda de pruebas se analizó la eficiencia del proyecto.

Una vez elaborado el diseño se procedió a maquinar las principales piezas de la estufa por medio de procesos industriales como el torneado, taladrado y unión de piezas a través de elementos sujetadores o soldadura.

A. Principales Piezas

La estufa requirió gas como combustible para su funcionamiento. El diseño surgió de la necesidad de aprovechar el aire caliente que se produce alrededor de la flama de las estufas. Puesto que, al analizar el sistema de

transferencia de calor de las estufas tradicionales, se observó una mayor pérdida de energía al no aprovechar este aire para calentar el recipiente.

Debido a este fenómeno surgió la necesidad de implementar un sistema de re-direccionamiento del calor, el cual fue posible gracias al diseño de un elemento cóncavo que se ubicó alrededor de la flama de la estufa.

Se requirió de un sistema de retención de gases calientes el cual retrasó la salida de los mismos en la combustión, esto con el fin de mejorar la transferencia de calor hacia las paredes del recipiente de cocción que se esté utilizando. Para el óptimo funcionamiento de este sistema fue necesario el aislamiento de la pared por la cual fluye el aire caliente. Además, se implementó un mecanismo que permite que el sistema se acople a las diferentes dimensiones de los recipientes a utilizar para la cocción de alimentos.

Fue necesario el diseño y construcción de una base metálica que se encargue de sostener y soportar cada una de las piezas que constituyen la estufa eco-eficiente.

VIII. VARIABLES

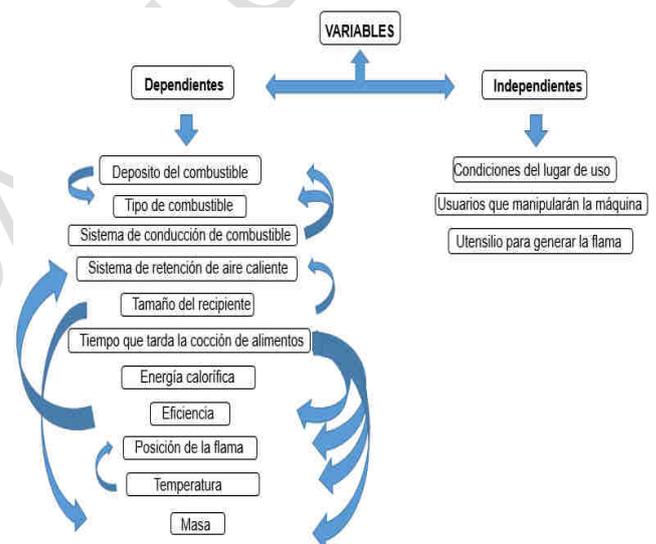


Fig. 2. Variables dependientes e independientes. **Fuente:** Esta investigación 2018.

IX. ELEMENTOS DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL

A. Recursos Financieros

Los costos del proyecto de investigación fueron asumidos por los estudiantes de Ingeniería Mecánica: Yessyka Andrea Cuéllar Ortega, Andrés Camilo Lasso Páez y David Esteban Mora Arellano.

B. Presupuesto

Tabla 1. PRESUPUESTO Y MATERIALES

ITEM	MATERIAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Lámina de acero inoxidable	1/4	100.000	100.000
2	Lámina de Aluminio	1/2	200.000	200.000
3	Lámina de Hierro	1/8	80.000	80.000
4	Tubería de cobre		20.000	20.000
5	Perilla	1	3.000	3.000
6	Quemador	1	11.000	11.000
8	Soldadura de argón			100.000
9	Varilla de hierro	1 × 1 m	5.000	5.000
10	Resortes	12 × 4 cm	1.000	12.000
11	Guaya	3 × 1 m	500	1.500
12	Imprevistos			100.000
TOTAL				632.500

Fuente: Esta investigación 2018

X. BOCETO Y DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA

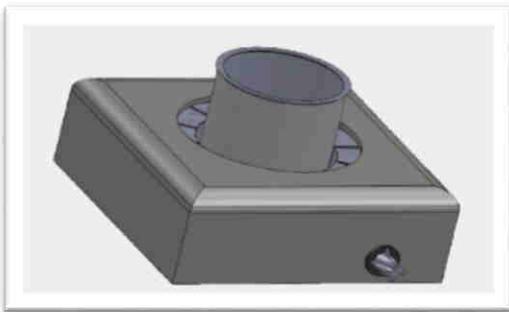


Fig. 3. Boceto del prototipo de estufa ecoeficiente.

Fuente: Esta investigación 2018

A. Piezas Compuetas por el Prototipo

Tabla 2. PARTES DEL BOCETO

NÚMERO	PIEZA
1	Base estufa
2	Tapa quemador
3	Base cámara de combustión
4	Tubería de conducción de gas y válvula reguladora
5	Paredes externas sistema de recuperación de energía
6	Paredes internas sistema de recuperación de energía

B. Proceso de Construcción

El proceso de construcción del prototipo de máquina Estufa ecoeficiente se llevó a cabo en el taller industrial “Estufa P y J” en la ciudad de San Juan de Pasto en donde se analizó el sistema de transferencia de calor, el diseño y el mecanismo de retención de aire caliente con el fin de evitar problemas dentro de la construcción. Se inició construyendo las paredes ya que es un sistema complejo.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.

Inicialmente se corta una lámina de Aluminio de acuerdo a las medidas establecidas en los planos



Se procede a soldar la lámina superior e inferior de la pared, además se suelda las paredes internas que hacen retardar la salida del aire caliente.



Se suelda la pared de atrás y una vez terminada se realizan los orificios en la parte inferior de la pared.

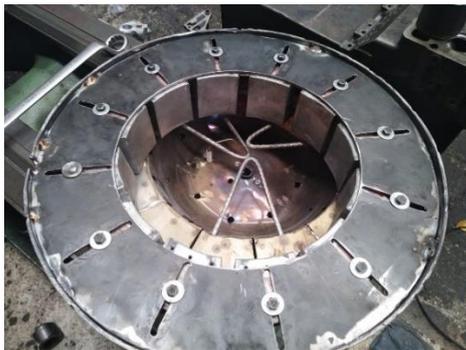


Se repiten los procesos anteriores 13 veces hasta formar un círculo.



Luego se corta una lámina en forma de aro y a ésta se suelda una lámina cóncava, una vez hecho esto se realizan ranuras para que no se descarrilen las paredes.

Finalmente se realiza el ensamble.



Se coloca todas las paredes encima del aro



Se dobla varilla para construir la parrilla (donde colocará el recipiente).



Para la construcción de la estructura se corta, se dobla y se suelda una lámina de acero inoxidable y se procede a realizar la instalación de gas y el sistema eléctrico de la estufa.



XI. EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO.

Para evaluar el cumplimiento de los requerimientos de diseño se dispuso de la siguiente tabla donde se evalúa la apreciación de los mismos.

TABLA 4. REQUERIMIENTOS.

ÍTE M	REQUERIMIEN TO DE DISEÑO	CUMPL E		OBSERVACION ES
		SI	NO	
1	La estufa debe adaptarse a recipientes de diferentes tamaños.	X		Recipientes que tengan un diámetro entre 18 cm y 24 cm.
2	La estufa debe resistir altas temperaturas.	X		Posee la resistencia térmica del acero inoxidable.
3	La estufa debe contar con un sistema en el cual se pueda regular la intensidad de la llama.	X		Posee una válvula por medio de la cual se puede regular la intensidad de la llama.
4	Portabilidad	X		Liviana.
5	La estufa puede ser operada por todo tipo de persona.	X		Mayores de 12 años.
6	El operario no debe tener contacto directo con la flama.		X	Debido a que la llama necesita aire para la combustión no fue posible cumplir con el requerimiento.

CONCLUSIONES

Se implementó un nuevo sistema innovador de estufa eficiente que se enfoca en la retención de aire caliente por medio de unas paredes elaboradas en aluminio las cuales abrazan el recipiente a utilizar, reduciendo el consumo de gas y el tiempo en que tarda en la cocción de alimentos.

El proyecto realizado proporciona un balance beneficioso para la comunidad entre costo, sostenibilidad ambiental y un mayor aprovechamiento del gas, consiguiendo un alto grado de satisfacción en las necesidades familiares, a través de un sistema innovador cuyas bases están enfocadas en la recuperación de energía, resistencia y conductividad térmica generando una óptima utilización de la misma la cual a diferencia de las estufas tradicionales se produce una pérdida de energía, por lo tanto mayor inversión y mayor tiempo de cocción en los alimentos.

Durante el proceso de construcción del prototipo de máquina se realizaron pruebas de funcionamiento, para determinar los diferentes aspectos que contribuyan para la aceptación del nuevo sistema de estufa eco eficiente por parte de los usuarios.

A través de los estudios realizados sobre las necesidades de la población se diseñó una máquina con materiales que puedan brindar una optimización y mayor calidad en el servicio así como también la implementación de la normatividad ambiental los cuales propician un mejor desempeño de la máquina en cuanto a su función y utilización brindando a la comunidad comodidad, eficacia, y satisfacción a la hora de manejar y utilizar la máquina, para esto fue necesario realizar una serie de cálculos que permitieran conocer la captación de energía y combustible recibido para poder lograr una re-dirección del calor y cumplir el objetivo de generar un mayor provecho en la captación de energía calorífica.

Después de las pruebas realizadas tanto en las estufas convencionales como en el prototipo de estufa ecoeficiente se logró determinar que, las estufas convencionales tienen una eficiencia entre el 27% y 38% dependiendo de la intensidad de llama, forma, tamaño y material del recipiente; mientras el prototipo de estufa ecoeficiente tiene una eficiencia entre el 57% y 61%.

REFERENCIAS

- [1] ALCALDÍA DE PASTO. Plan de Ordenamiento Territorial Pasto, Territorio Con-Sentido. Datos generales de nuestro municipio., p. 2. Disponible en: <http://www.pasto.gov.co/index.php/component/phocadownload/category/315-planeacion-2015?download=6756:cartilla_pot_2014_2027_v1>
- [2] UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL Y TERCIARIO. 2006., p. 15. Disponible en: <http://www.upme.gov.co/upme12/2007/upme13/caracterizacion_energetica_sectores.pdf>
- [3] Ministerio de Minas y Energía. MONTAGAS. 2015. Disponible en: <<https://www.energias.com.co/servicio-al-cliente/subsidios.html>>
- [4] SUPERGAS. SUBSIDIOS. Disponible en: <<http://supergas.com.co/subsidios/>>
- [5] Historias y Biografías HB. LOS COMBUSTIBLES FÓSILES: PETROLEO, GAS NATURAL Y CARBÓN. 2014. Disponible en: <<https://historiaybiografias.com/combustibles/>>
- [6] Paulina Pmagaña. Evolución a lo largo de la historia de la Estufa. 2014. Disponible en: <<https://prezi.com/l3ybunrglwgu/evolucion-a-lo-largo-de-la-historia-de-la-estufa/>>
- [7] Andrea Chala. Historia de estufa a gas. 2013. Disponible en: <<https://prezi.com/fviyxj68uuu1/historia-de-estufa-a-gas/>>
- [8] EcuRed. Estufa. 2014. Disponible en: <<https://www.ecured.cu/Estufa>>
- [9] 1 Nuria Martínez Medina. Historias de la Ciencia: Benjamín Franklin. 2010. Disponible en: <<http://www.rtve.es/noticias/20100517/benjamin-franklin-electricidad/331621.shtml>>
- [10] Jose Arrieta Guerrero. Los Sabios De La Tecnología. 2012. Disponible en: <<http://lostecnologico.blogspot.com.co/>>
- [11] Jose Arrieta Guerrero. Importancia de la estufa. 2012. Disponible en: <<http://lostecnolog.blogspot.com.co/>>
- [12] GLP. Disponible en: <<http://norgas.com.co/nuestros-productos/que-es-el-glp.html>>
- [13] ECO inteligencia. SOSTENIBILIDAD. 2015. Disponible en: <<https://www.ecointeligencia.com/2015/11/ecoeficiencia/>>
- [14] NETZSCH. Conductividad Térmica. Disponible en: <<https://www.netzsch-thermal-analysis.com/es/landing-pages/definicion-de-conductividad-termica/>>
- [15] Celeste faviola guamán Santillán. Transferencia de calor y termodinámica. Convección externa forzada. 2016. Disponible en: <<http://aprendiendoingenieriaquimica.blogspot.com.co/2016/03/conveccion-externa-forzada.html>>
- [16] Domenica Vera. Transferencia de calor y termodinámica 2. CONVECCION INTERNA FORZADA. 2016. Disponible en: <<http://transferenciadecolor-veradomenica-5b.blogspot.com.co/2016/03/conveccion-interna-forzada.html>>
- [17] Isaac Hernández. UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL FRANCISCO DE MIRANDA. TRANSFERENCIA DE CALOR. CONVECCIÓN., p. 3. Disponible en: <<https://termoaplicadaunefm.files.wordpress.com/2012/01/clase-de-conveccion1.pdf>>
- [18] Isaac Hernández. UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL FRANCISCO DE MIRANDA. TRANSFERENCIA DE CALOR. CONVECCIÓN., p. 3. Disponible en: <<https://termoaplicadaunefm.files.wordpress.com/2012/01/clase-de-conveccion1.pdf>>
- [19] JAVIER ÁVILA / JOAN GENESCÁ. MÁS ALLÁ DE LA HERRUMBRE. La corrosión en la vida diaria. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/09/htm/sec_6.html>
- [20] Energía Nuclear. Energía calorífica. Disponible en: <<https://energia-nuclear.net/definiciones/energia-calorifica.html>>
- [21] Foro de la industria Nuclear Española. Radiación. Disponible en: <<http://www.foronuclear.org/es/el-experto-te-cuenta/119909-que-sabes-de-la-radiacion>>
- [22] PETERSIME. Sistemas de recuperación de calor. Disponible en: <<http://www.petersime.com/es/tecnologias/gestion-de-energia/sistemas-de-recuperacion-de-calor/>>
- [23] César. Instrumentos de Laboratorio. Termómetro. 2016. Disponible en: <<http://instrumentosdelaboratorio.org/uso-del-termometro>>
- [24] M Olmo R Nave. HyperPhysics, Termodinamica. Transferencia de Calor. 2014. Disponible en: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/thermo/heatra.html>>

BIBLIOGRAFIA



1. SARASTI, Camilo. Investigación sobre el análisis de la VALORACION DE LA ENERGIA, COMBUSTION Y EXERGIA. 2000.
2. CENGEL, Yunus. BOLES, Michael. Termodinámica. Ed., 4. McGraw-Hill. Mexico, 2004., p 829.
3. CENGEL, Yunus A. Transferencia de calor y masa. Ed., 4. McGraw-Hill. México, 2011., p 922.
4. MOTT, Robert L. Diseño de elementos de Máquinas. Ed., 2. Pearson. 1995., p 856.
5. MOTT, Robert L. UNTENER, Joseph A. Mecánica de fluidos. Ed., 7. Pearson. México, 2015., p 534.

PROHIBIDA SU COPIA