



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Análisis teórico de una chimenea solar con tres canales de flujo de aire

Authors: TLATELPA-BECERRO, Ángel, RICO-MARTÍNEZ, Ramiro, URQUIZA-BELTRÁN, Gustavo y REYNOSO-JARDÓN, Elva Lilia.

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2019-280

BCIERMMI Classification (2019): 241019-280

Pages: 10

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

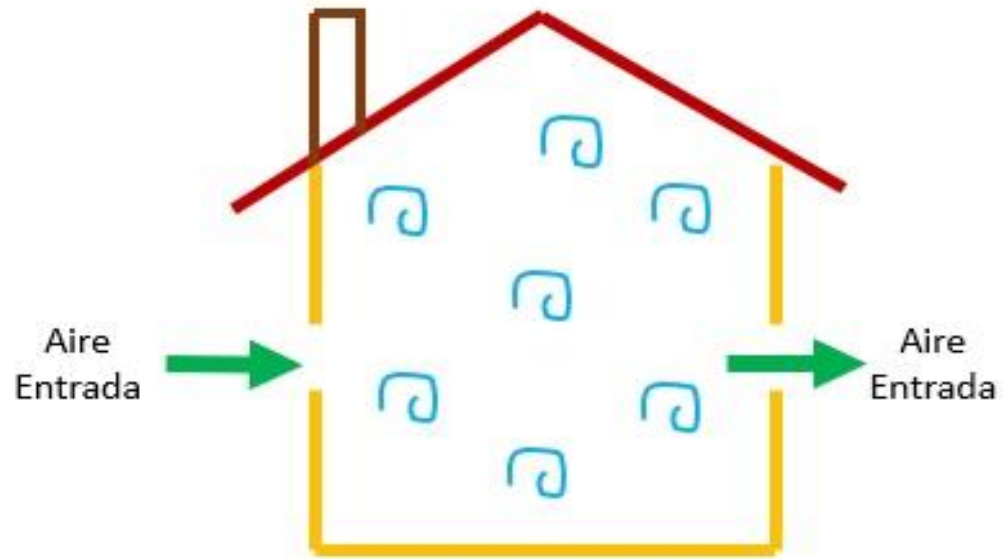
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

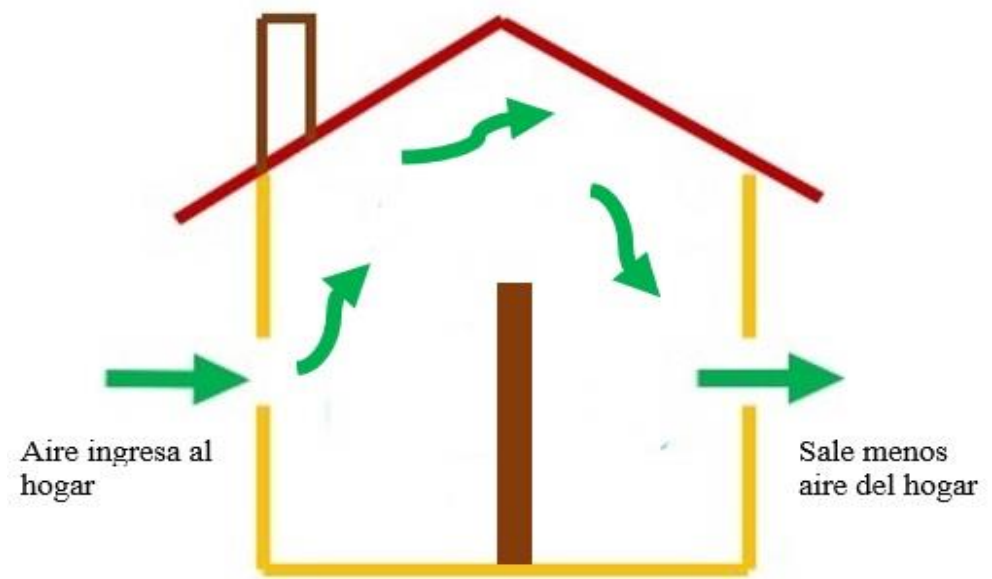
Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

INTRODUCCIÓN



Refresca la casa



El aire busca una salida



El aire se calienta

El desafío es buscar nuevos diseños y alternativas para reducir el consumo de energía convencional.

- **Fuentes de energía renovable, como la energía solar.**
- **Diferentes sistemas de ventilación pasiva para casas habitación y/o edificios.**
- **Esto es una de las vías para enfrentar este desafío (Awbi, 2003).**

En esta contribución:

- **Se desarrolla un modelo matemático para una chimenea solar con tres canales de flujo de aire en flujo unidimensional.**

El flujo másico y la eficiencia térmica del sistema se examina bajo diferentes condiciones:

- **Irradiancia solar.**
- **Temperatura.**
- **Velocidad del aire.**

METODOLOGÍA

Modelo Físico

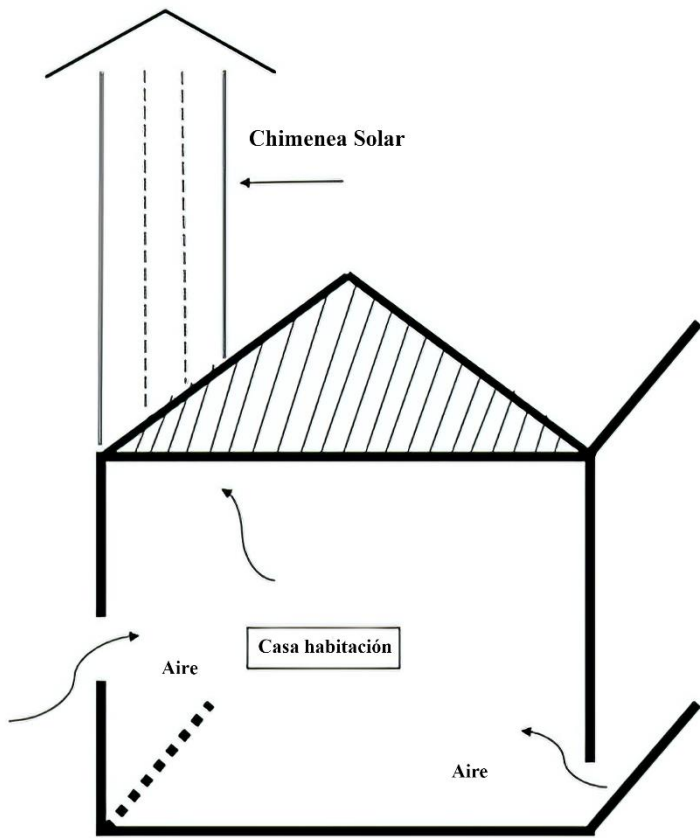


Figura 1 Diagrama esquemático de la chimenea solar.

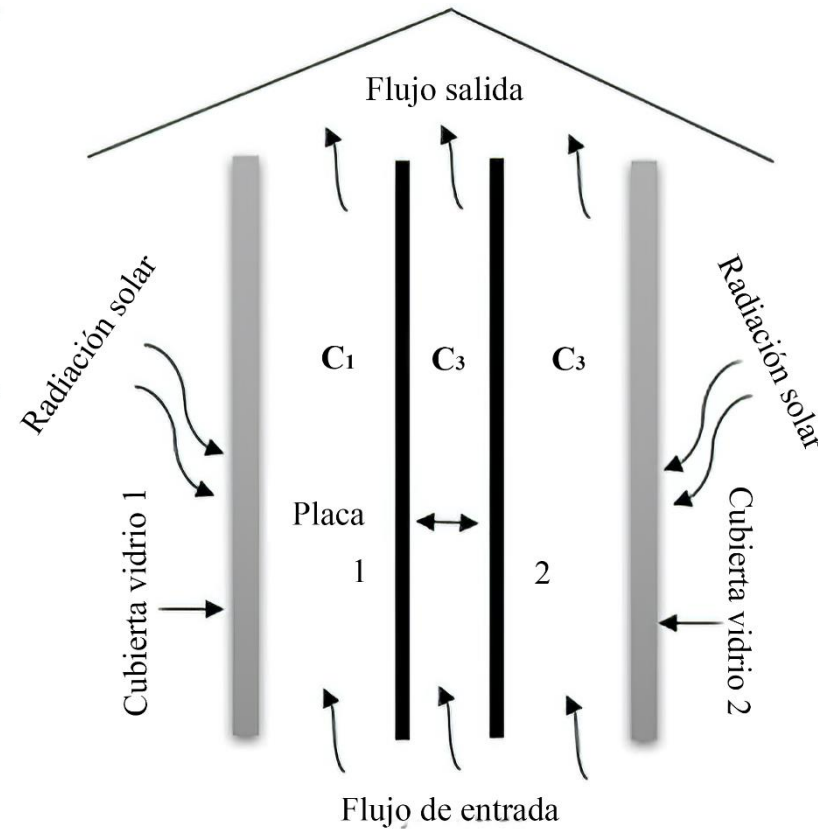


Figura 2 Sección transversal de la chimenea solar.

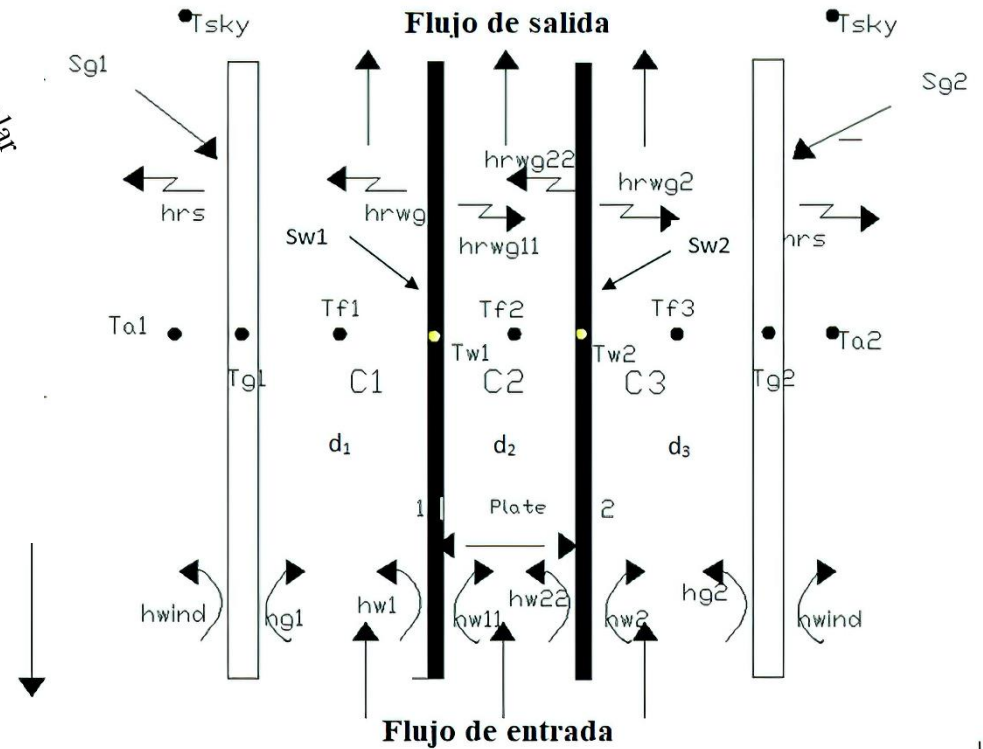


Figura 3 Modelo Físico.

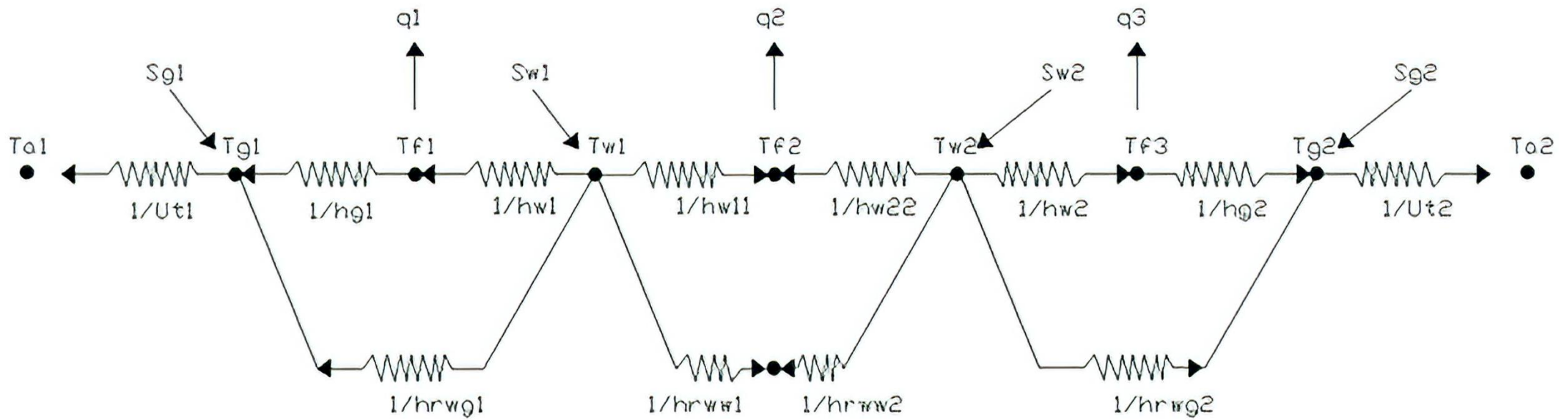


Figura 4 Red térmica de la chimenea solar.

Modelo Matemático

La primera ley de la Termodinámica, la ecuación de conservación de energía se puede escribir como (Yunus y Michael, 2015), ecuación (1):

$$\dot{E}_{in} + \dot{E}_g - \dot{E}_{out} = \dot{E}_{st} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} U_{t1}T_{a1} + S_{g1} \\ M_1T_{f1,i} \\ S_{w1} \\ M_2T_{f2,i} \\ S_{w2} \\ M_3T_{f3,i} \\ U_{t2}T_{a2} + S_{g2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{g1} \\ T_{f1} \\ T_{w1} \\ T_{f2} \\ T_{w2} \\ T_{f3} \\ T_{g2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_{t1} + h_{rwg1} + h_{g1} & -h_{g1} & -h_{rwg1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -h_{g1} & h_{g1} + h_{w1} + M_1 & -h_{w1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -h_{rwg1} & -h_{w1} & h_{w1} + h_{w11} + h_{rwg1} + h_{rww1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -h_{w11} & -h_{w11} & -h_{rww1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -h_{rww2} & -h_{w22} & -h_{rww2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & h_{w2} + h_{w22} + h_{rwg2} + h_{rww2} & -h_{w2} & -h_{w2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -h_{w2} & h_{w2} + h_{g2} + M_3 & -h_{g2} & -h_{g2} \\ 0 & 0 & 0 & -h_{rwg2} & -h_{g2} & -h_{g2} & U_{t2} + h_{rwg2} + h_{g2} \end{bmatrix}$$

$$\dot{m} = C_d \frac{\rho_{air,o} A_0}{\sqrt{1+A_r^2}} \sqrt{\frac{2gL(T_{f,i}-T_r)}{T_r}} \quad (21)$$

Este modelo matemático está dispuesto en forma matricial y codificado en FORTRAN.

$$\eta = \frac{\dot{m}c_f(T_{f,0}-T_{f,i})}{W \cdot L \cdot G} \times 100 \quad (23)$$

RESULTADOS

Los datos meteorológicos utilizados para este estudio se obtienen en la Estación Meteorológica ubicada en la ciudad de Tlaquiltenango, estado de Morelos, México. 3 de junio de 2010.

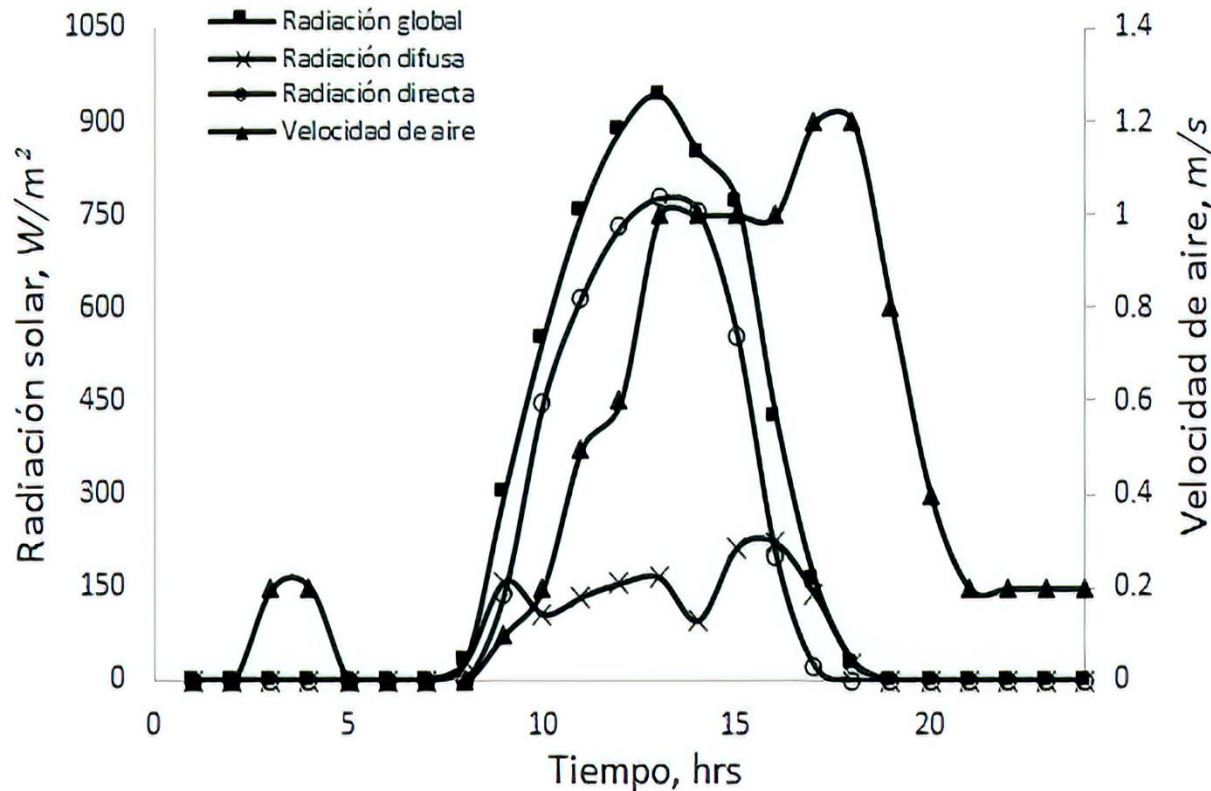


Figura 5 Radiación solar y velocidad del aire para 24 hrs del día.

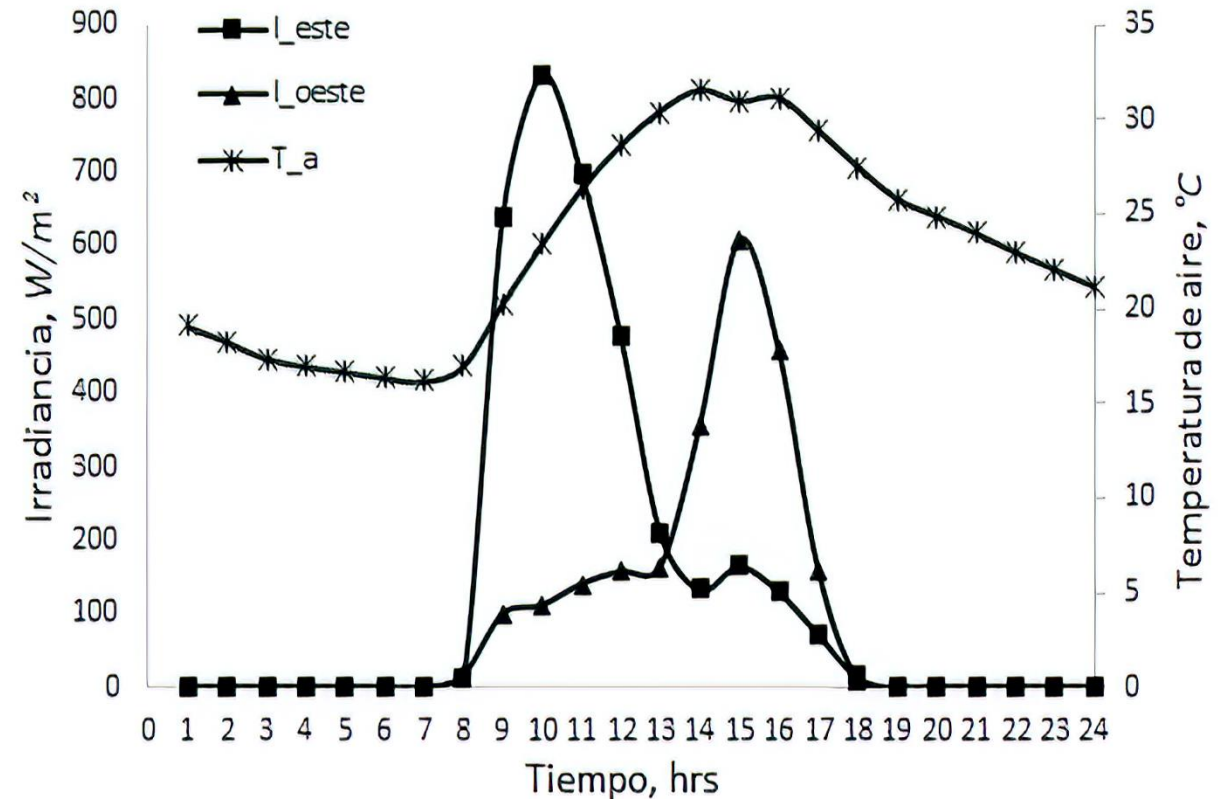


Figura 6 Irradiancia solar y temperatura del aire para 24 hrs del día.

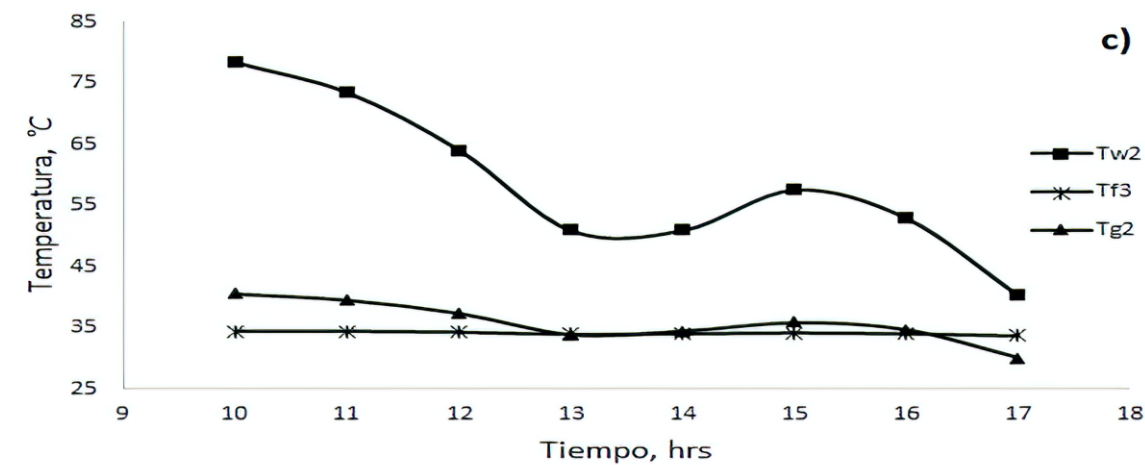
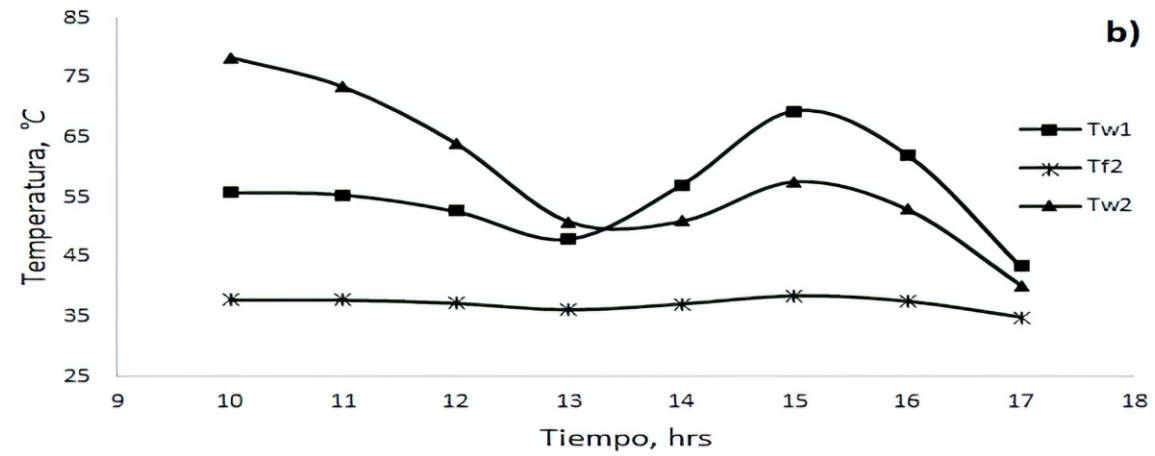
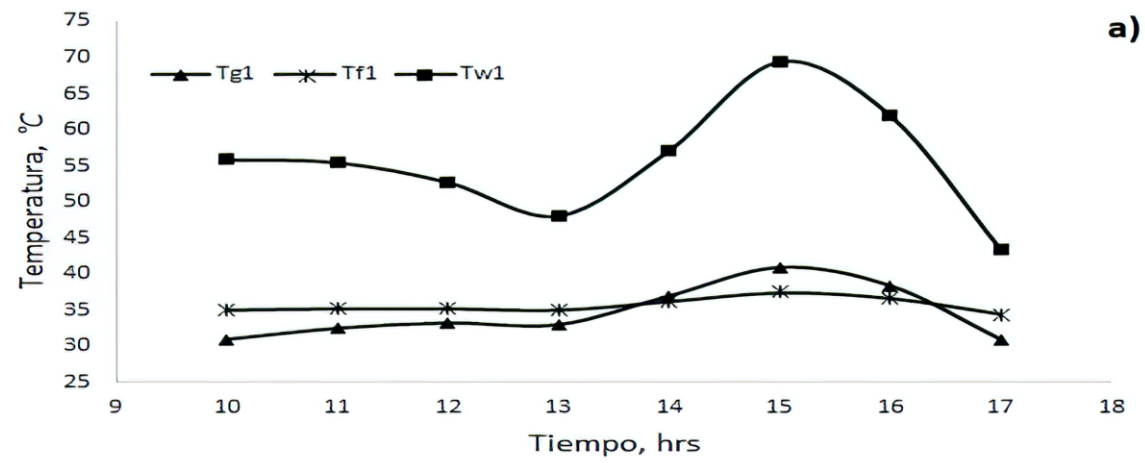


Figura 7 Temperaturas promedio vs tiempo. a) canal 1, b) canal 2 y c) canal 3.

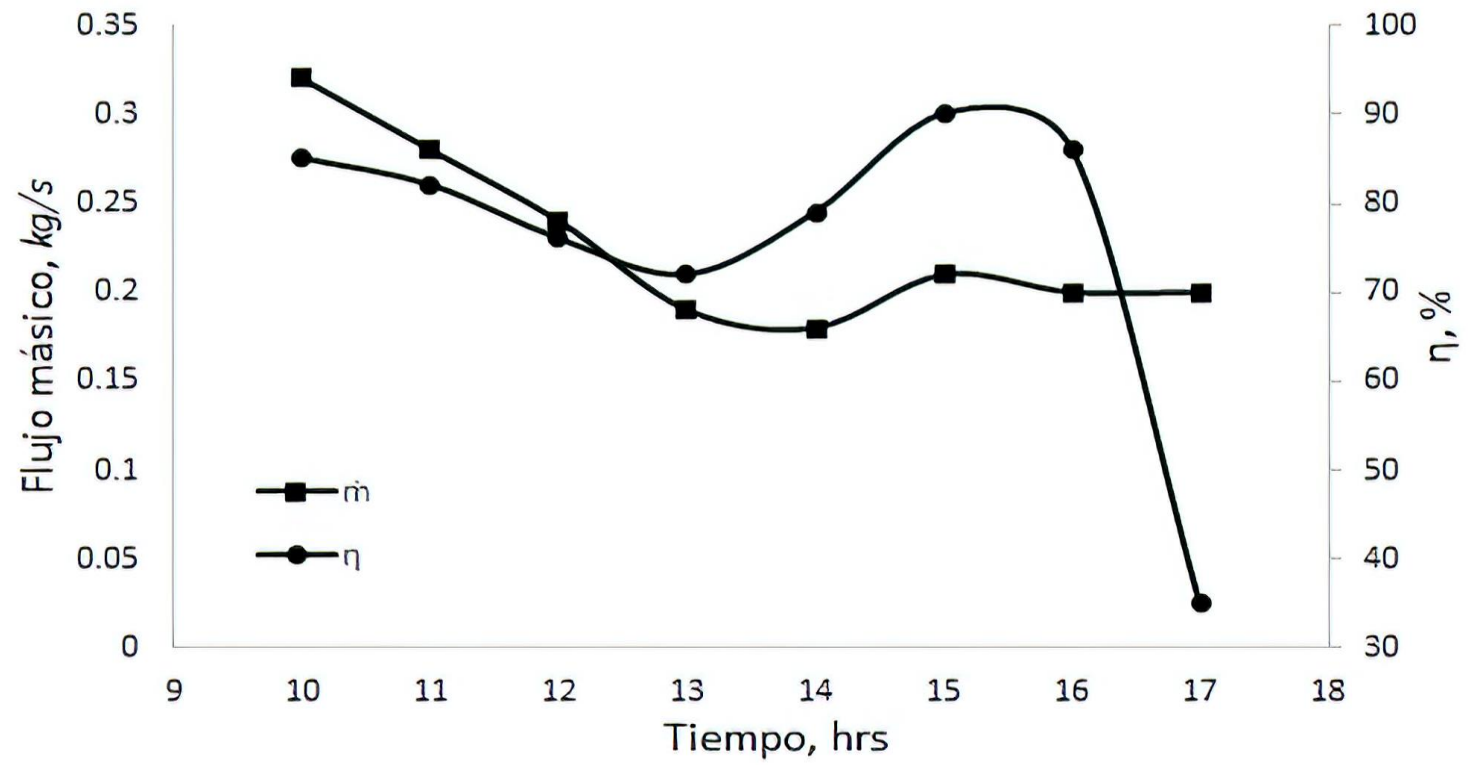


Figura 8 Caudal másico promedio (\dot{m}) y eficiencia térmica (η).

CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un modelo matemático de una chimenea solar con tres canales de flujo de aire unidimensionales. Los resultados mostraron que las temperaturas de las placas metálicas (T_{w1}, T_{w2}), las temperaturas del fluido del aire (T_{f1}, T_{f2}, T_{f3}), y las temperaturas de las cubiertas acrílicas (T_{g1}, T_{g2}) incrementan con la radiación solar.

El flujo máximo promedio y la eficiencia térmica se predijeron en $0.23 \frac{kg}{s}$ y 75 %, respectivamente, considerando la variación de la irradiación solar durante el día. Esta configuración exhibe un rendimiento mucho mejor que las chimeneas de un solo canal.

La configuración parece ser una alternativa viable para el diseño de sistemas de ventilación natural para reducir el consumo de energía convencional en edificios y puede aplicarse también a edificios industriales.

Para futuras investigaciones, es recomendable realizar un estudio paramétrico realizando cambios de dimensiones en la longitud, profundidad y entre el canal de hueco de la chimenea, para obtener los rendimientos de cada configuración, para propuestas de construcción experimental. Así mismo, realizar una simulación numérica en 3D con el uso de software ANSYS Fluent de la chimenea solar con acoplamiento a una casa habitación de características reales.

REFERENCIAS

1. Awbi H.B. (2003). Ventilation of building. London: Spon press.
2. Bansal N.K., Mathur R., and Bhandari M.S. (1993). Solar chimney for enhanced stack ventilation. *Building and environment*, 28, 373-377.
3. Ong K.S. (2003). A mathematical model of a solar chimney. *Renewable energy*, 28, 1047-1060.
4. Hirunlabh J., Kongduang W., Namprakai P., and Khedari J. (1999). Study of natural ventilation of houses by a metallic solar wall under tropical climate. *Renewable energy*, 18, 109-119.
5. Lee, K.H. and Strand, R.K. (2009). Enhancement of natural ventilation in buildings using a thermal chimney. *Solar energy*, 41, 615-621.
6. Imran A. A., Jalil J. M., and Ahmed S. T. (2015). Induced flow for ventilation and cooling by a solar chimney. *Renewable energy*, 78, 236-244.
7. Ghalamchi M., Kasaeian A., and Ghalamchi M. (2015). Experimental study of geometrical and climate effects on the performance of a small solar chimney. *Renewable and sustainable energy reviews*, 43, 425-431.
8. Sandeep K. P., Deepak P., and Ahmed M. R. (2014). Computational studies on the effect of geometric parameters on the performance of a solar chimney power plant. *Energy conversion and management*, 77, 424-431.
9. Gholamalizadeh E., and Kim M. H. (2016). CFD (computational fluid dynamics) analysis of a solar-chimney power plant with inclined collector roof. *Energy*, 107, 661-667.
10. Zhongting H., Bingqing L., Wei H., Dengyun H., Jie J., and Jinwei M. (2018). Performance study of a dual-function roof solar collector for chinese traditional buildings application. *Applied thermal engineering*, 128, 179-188.
11. Saifi N., Settou N., Dokkara B., Negrou B., and Chennouf N. (2012). Experimental study and simulation of airflow in solar chimneys. *Energy procedia*, 18, 1289-1298.
12. Karima E. A., and Saif W. M. (2012). Experimental and numerical studies of solar chimney for natural ventilation in iraq. *Energy and buildings*, 47, 450-457.
13. Yunus A.C. and Michael A.B. (2015). *Thermodynamics*. Mexico: McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A. de C.V.
14. Duffie J.A., and Beckman, W.A. (1991). *Solar engineering of thermal processes*. New Jersey: John Willey & Sons.
15. Incropera F.P., and De WITT D. P. (2002). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. U.S.A: John Willey & Son.
16. Bansal N.K., Mathur J., Mathur S., and Jain M. (2005). Modeling of window-sized solar chimneys for ventilation. *Building and Environment*, 40 (10), 1302-1308.
17. Modest M.F. (2003). *Radiative Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill.
18. Mills A. F. (1999). *Heat Transfer*. U.S.A: Prentice Hall.



ECORFAN®

© Ecorfan-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of Ecorfan-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)