



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

# Title: Efecto del procesos de combustión sobre la eficiencia total de una central térmica de vapor

**Authors:** JIMENEZ-GARCIA, Juan A, DURAN-GARCIA, Maria D., TORRES-TOVAR, Rigoberto y  
GASPAR-SANCHEZ, Noé.

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BCIERMMI Control Number: 2019-254

BCIERMMI Classification (2019): 241019-254

Pages: 13

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](http://www.ecorfan.org)

**Holdings**

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

# Contenido

*Introducción*  
*Metodología*  
*Resultados*  
*5. Conclusiones*  
*6. Referencia*

# I. Introducción

Se realiza el análisis del proceso de combustión de una central térmica de vapor de 350 MW.

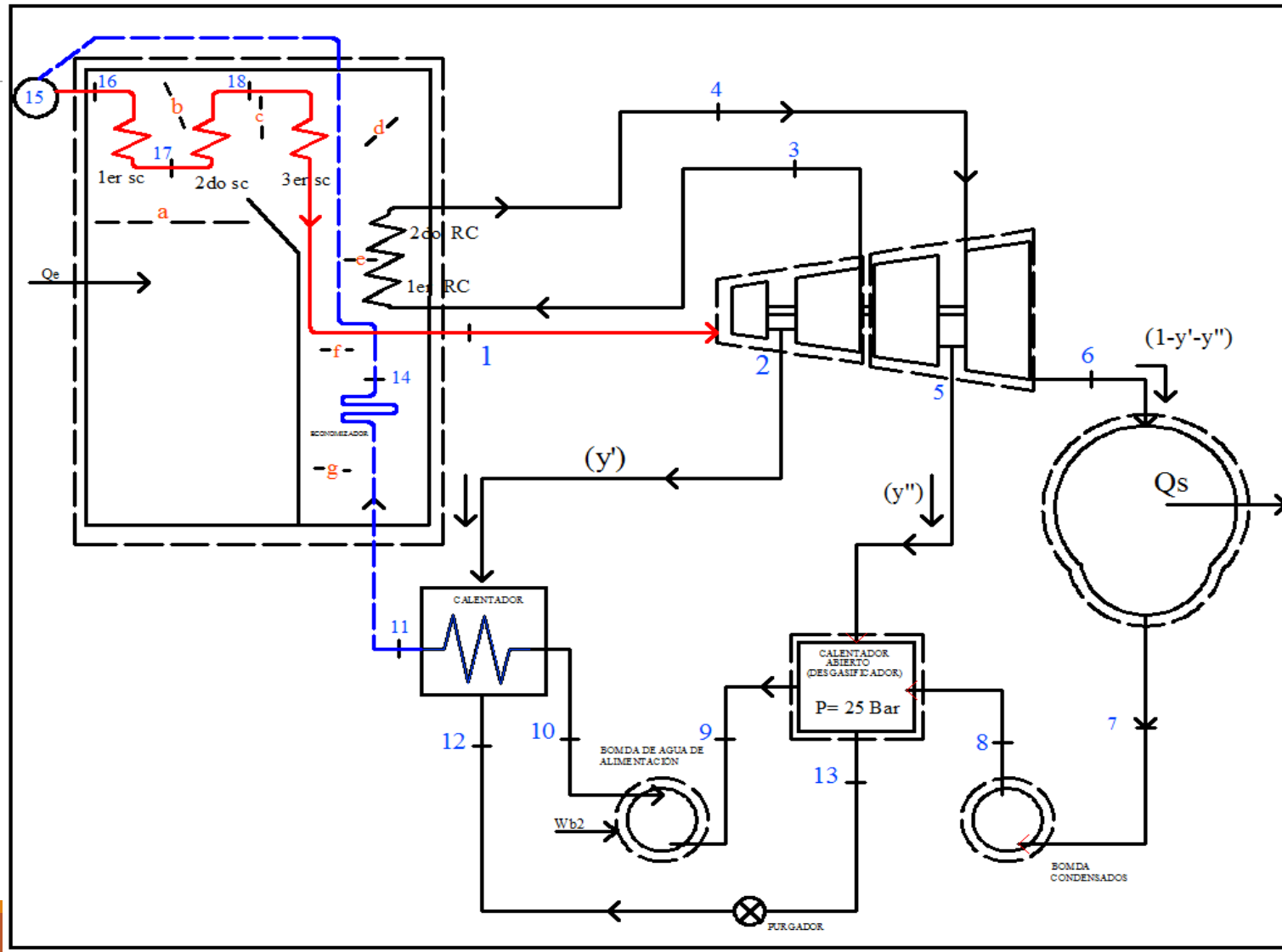
---

<b>Potencia Instalada</b>	<b>350 MW</b>
Potencia Nominal (CFE)	332.2 MW
Potencia Nominal Considerada para el análisis	280.5 MW

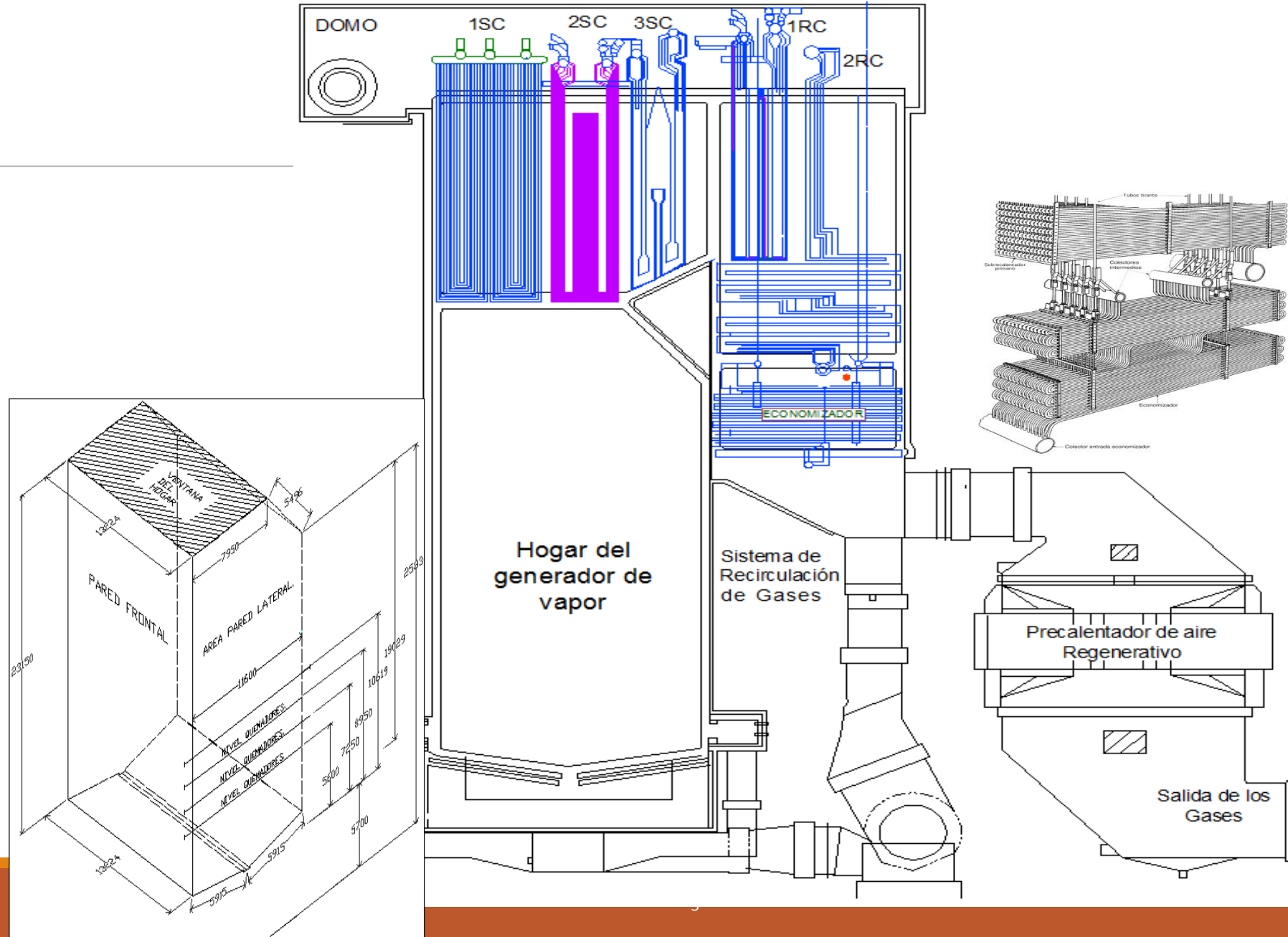


# 1. Introducción

## 1.1 Ciclo Rankine con Recalentamiento y dos Regeneraciones



# 1.1 Construcción del Generador de Vapor



## 1.2 Características de la central termoeléctrica

Es una central termoeléctrica convencional.

Opera con un ciclo Rankine con recalentamiento y se consideran dos regeneraciones de vapor.

Emplea como combustible Combustóleo

Datos Nominales de Operación	
Presión de domo principal	183.18 Bar
Producción de Vapor Principal	1037.9 T/hr
Producción de vapor recalentado	932.9 T/hr
Temperatura de vapor principal	541°C
Temperatura de vapor Recalentado	541°C
Flujo de Combustible	77.53 T/hr
Dosado de aire	1.05- 1.30
Fracción de Gases de Recirculación al Hogar del G.V	0.20 – 0.40

# 6. Metodología

## 6.1 Etapa de Validación del Modelo

Se integraron los Módulos de cálculo, de manera secuencia y se emplea el método de sustituciones sucesivas, se calculo el error relativo aproximado  $\epsilon_{ra}$ , en cada iteración, con un criterio de paro del error relativo aproximado de  $\epsilon_{ra} < 1 \times 10^{-8}$ . lo que garantiza que el resultado tiene un error menor a  $1 \times 10^{-9}\%$ .

El programa de simulación se desarrollo en hojas de calculo de Excel 2010, empleando el editor de *Visual Basic Applications*

### a) Calculo Térmico del Hogar

CÁLCULO TÉRMICO DEL HOGAR DEL GENERADOR DE VAPOR DE 350 MW

#### Calculo de la temperatura de los gases a la salida del Hogar

Composición Química del Combustible

C(%)  S(%)  N(%)  H(%)  O(%)

Flujo de Combustible suministrado al generador de vapor (T/h)  Exceso de Aire suministrado al hogar [1.0- 1.55, Intervalos de 0.05]

Flujo de combustible Recomendados

Carga 100%	77.53 T/h
Carga 75%	59.17 T/h
Carga 50%	41.58 T/h
Carga 25%	20.37 T/h

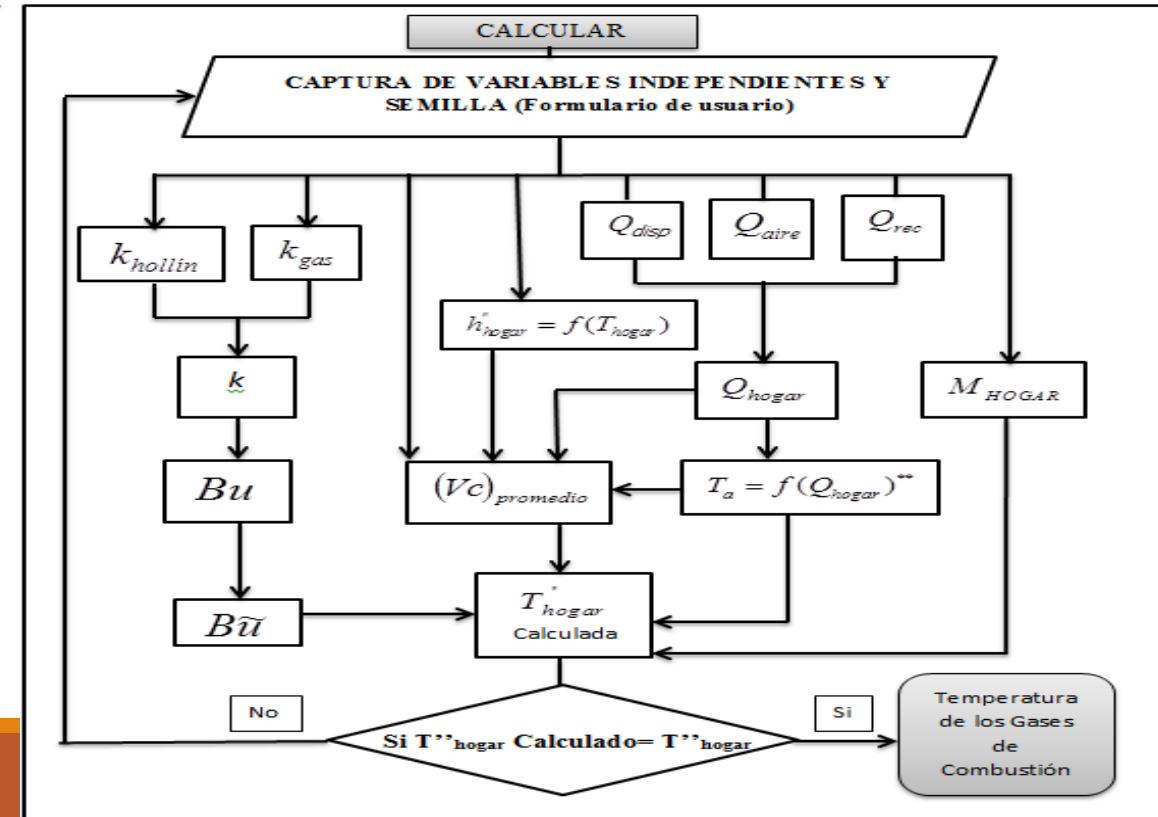
Presión del Domo de Vapor  Presión Recomenada

Carga 100%	183.18 Bar
Carga 75%	173.87 Bar
Carga 50%	169.16 Bar
Carga 25%	166.90 Bar

Flujo de Gases de Recirculación (%) [r = 0.20 - 0.60]

Flujo de Agua de Alimentación(T/h)  Flujo de Agua de alimentación

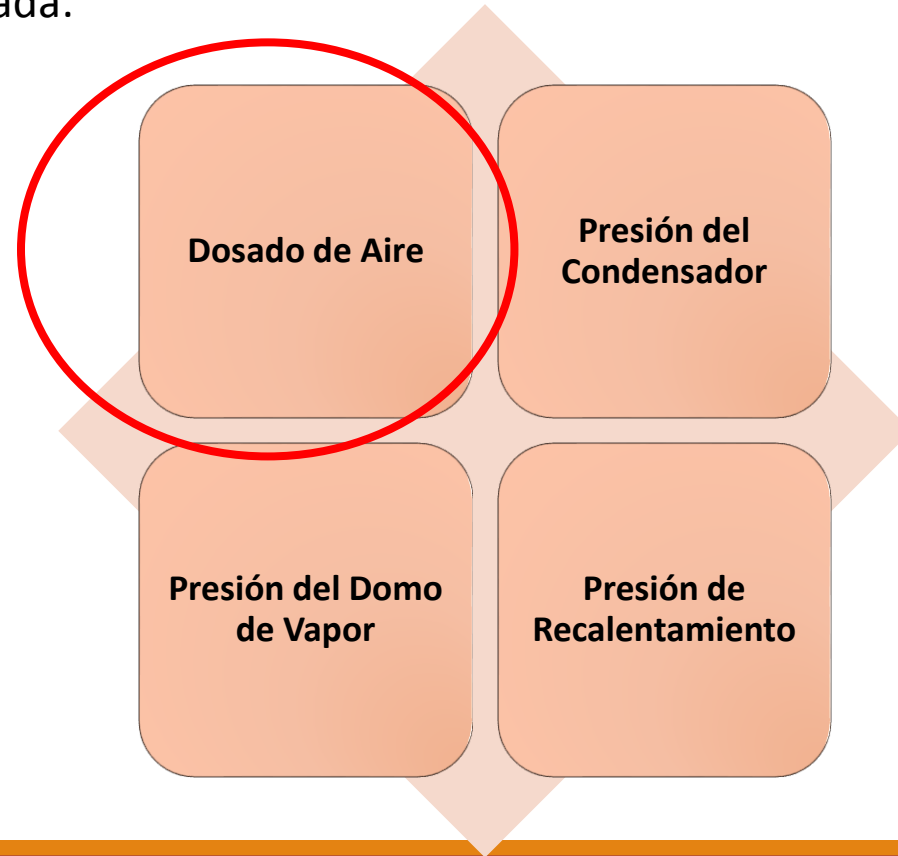
Carga 100%	1097.48 T/h
Carga 75%	763.7 T/h
Carga 50%	512.20 T/h
Carga 25%	271.0 T/h



# 6. Metodología

## 6.3 Análisis de Sensibilidad

- Se realizaron simulaciones de operación a regímenes de carga variable ( Desde 25% hasta 100%)
- Se **modificaron los valores de las variables independientes del modelo de simulación**, para observar el efecto sobre las eficiencias térmica y exergética y la potencia generada:

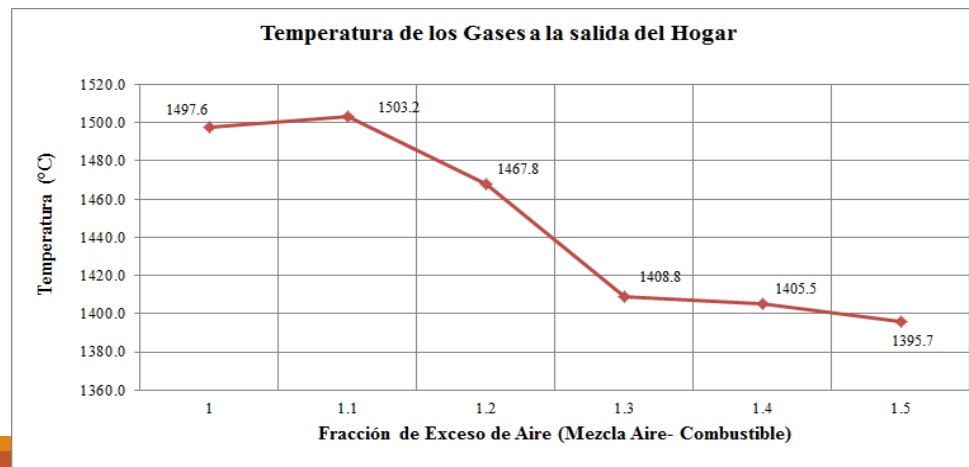
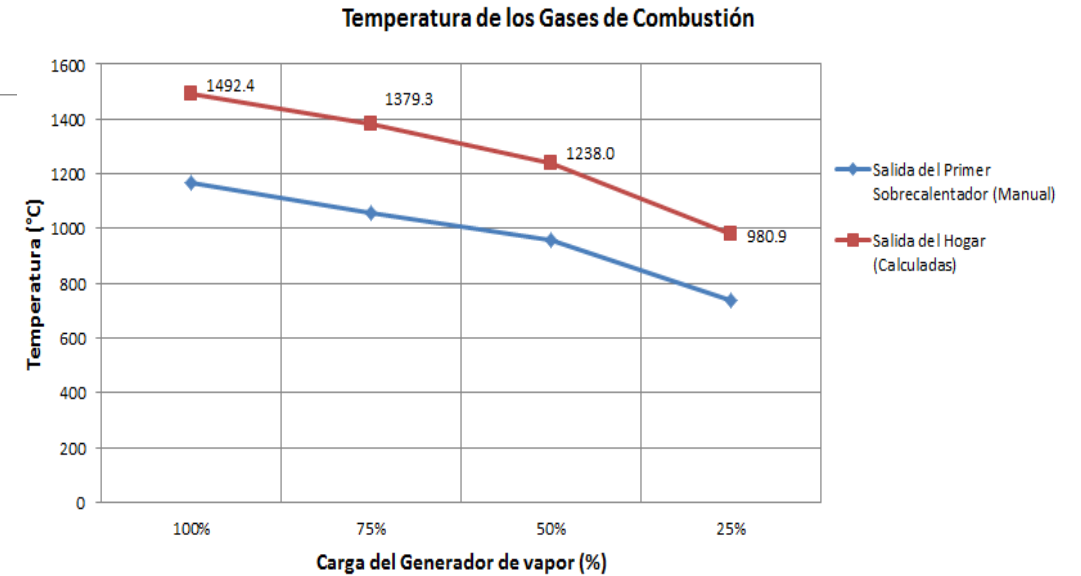




# 7. Resultados

## 7.1 Resultados del cálculo térmico del hogar (Regímenes de operación: 100%, 75%, 50% y 25%)

Temperatura de los gases de combustión, a la **salida del hogar del generador** de vapor, bajo las condiciones de operación actuales.



Efecto del INCREMENTO del **dosado de aire**, sobre la temperatura de los gases de combustión. (Carga 100%)

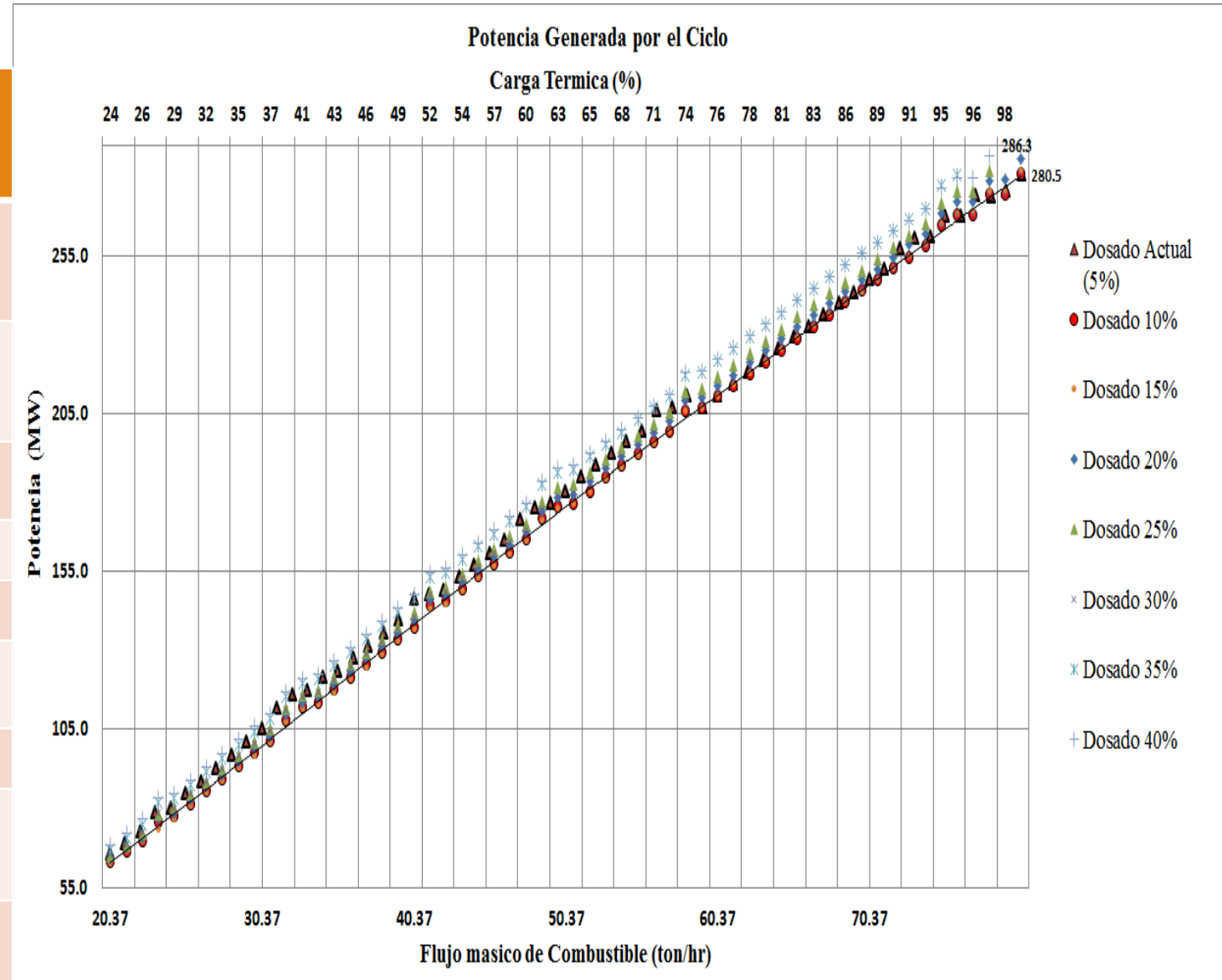
# 7. Resultados

## 7.5 Análisis de sensibilidad

### a) Dosado de Aire

Resultados de la variación del Dosado de aire suministrado al hogar del Generador de vapor  $\alpha=1.05 - 1.40$

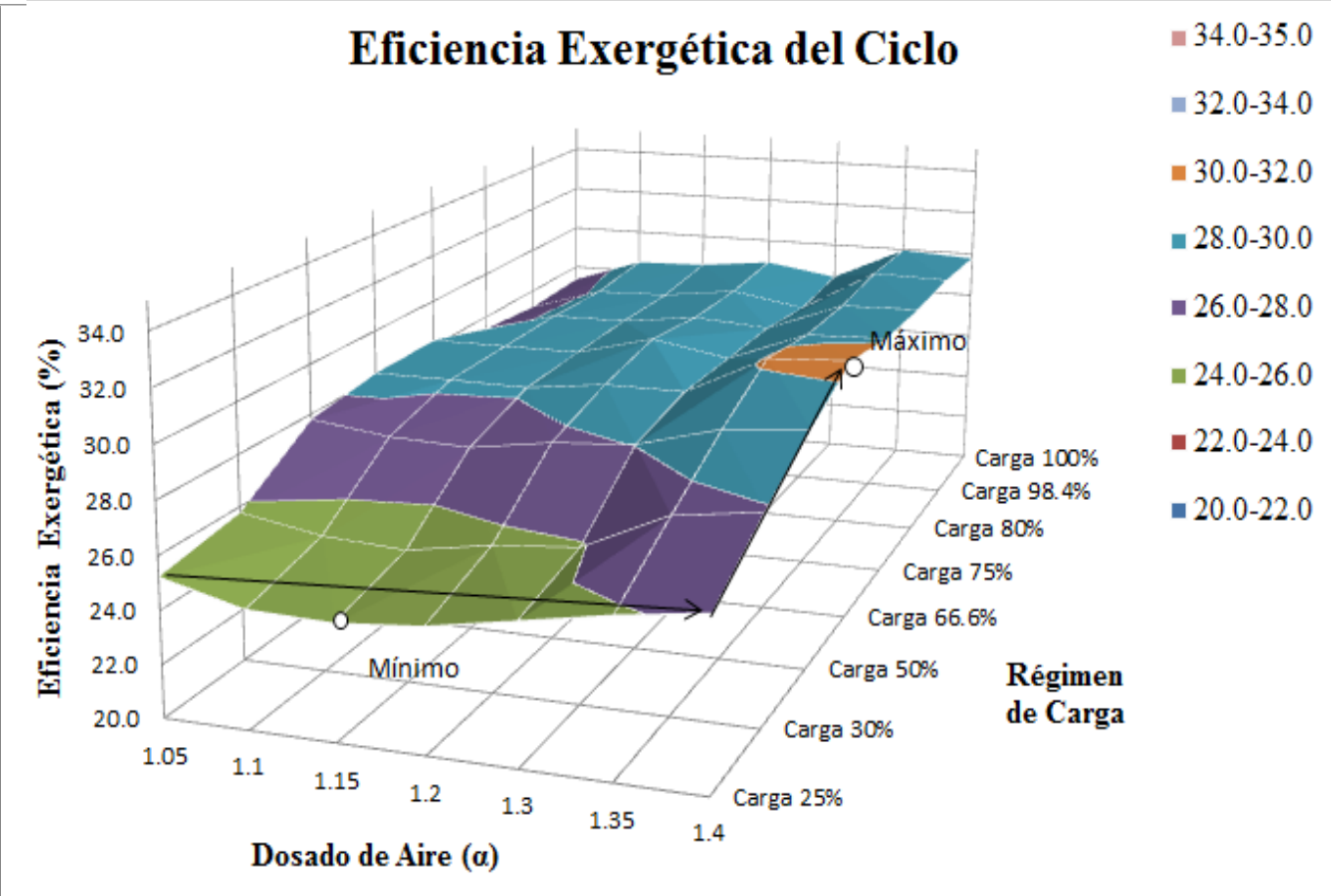
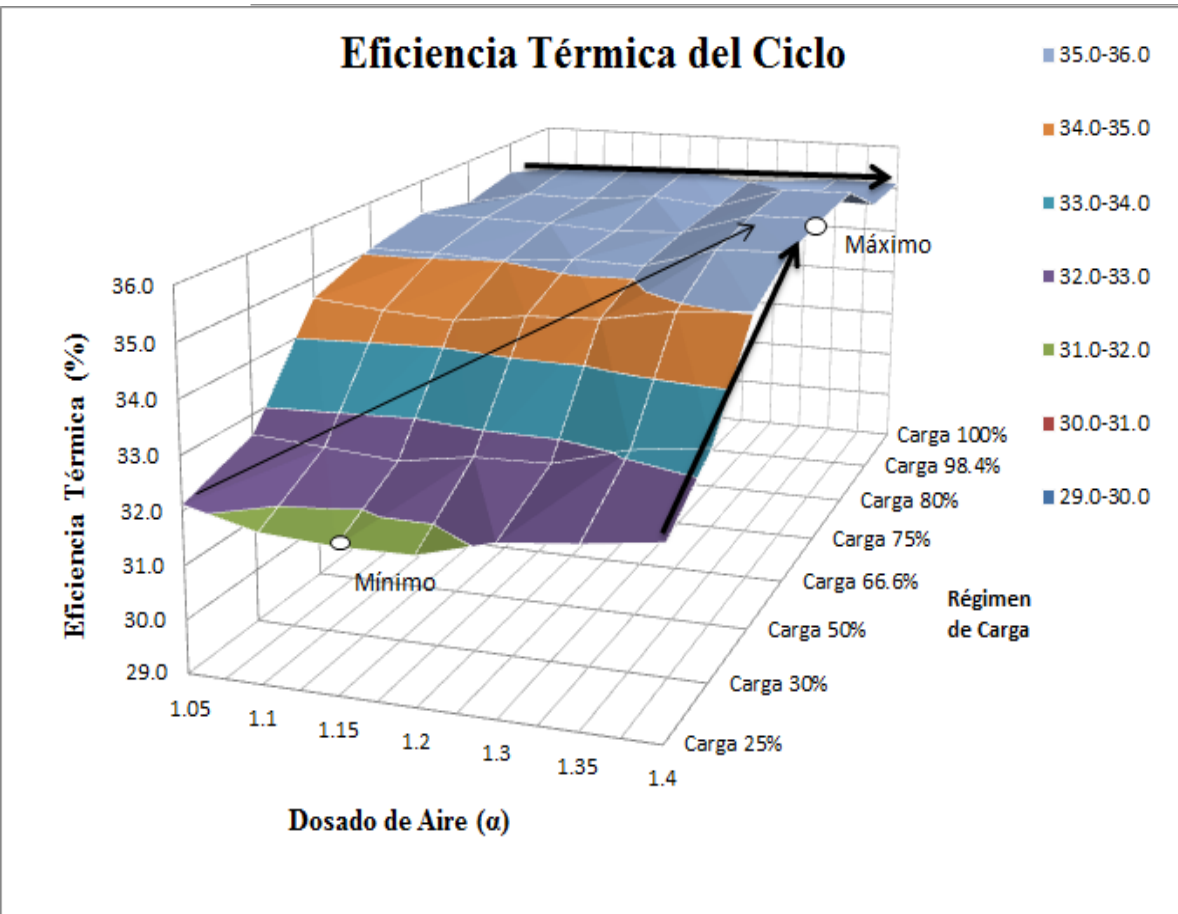
Temperatura máxima de los gases de combustión $\alpha=1.10$	1500.6°C (1.10) / 1503.2 (Manual $\alpha=1.15$ )
Temperatura de los gases de combustión al máximo exceso $\alpha=1.4$	1385.4°C
Eficiencia térmica Máxima del G.V.	94.3% (Carga 67%, dosado $\alpha=1.4$ )
Eficiencia Térmica Máxima del Ciclo	35.8% (Carga 80%, $\alpha=1.4$ )
Eficiencia Térmica Mínima del Ciclo	31.7% (Carga 25%, $\alpha=1.15$ )
Eficiencia Exergética Máxima del Ciclo	30.4% (Carga 66.6% y $\alpha=1.4$ )
Eficiencia Exergética Mínima del ciclo	24.4% (Carga 25% y Dosado 1.15)
Potencia Máxima Calculada (Carga 100%), $\alpha=1.4$	<b>286.5 MW</b>
Mínima Potencia CALCULADA (CARGA 100%) $\alpha=1.05$	<b>280.5 MW</b>



# 7. Resultados

## 7.5 Análisis de sensibilidad

### a) Dosado de Aire



# 9. CONCLUSIONES

## 9.4 Conclusiones de análisis de sensibilidad

- » Con el análisis de sensibilidad se observó observar la influencia que tienen las principales variables independientes sobre los resultados del modelo de simulación de la central termoeléctrica Villa de Reyes, obteniéndose, según la técnica empleada:

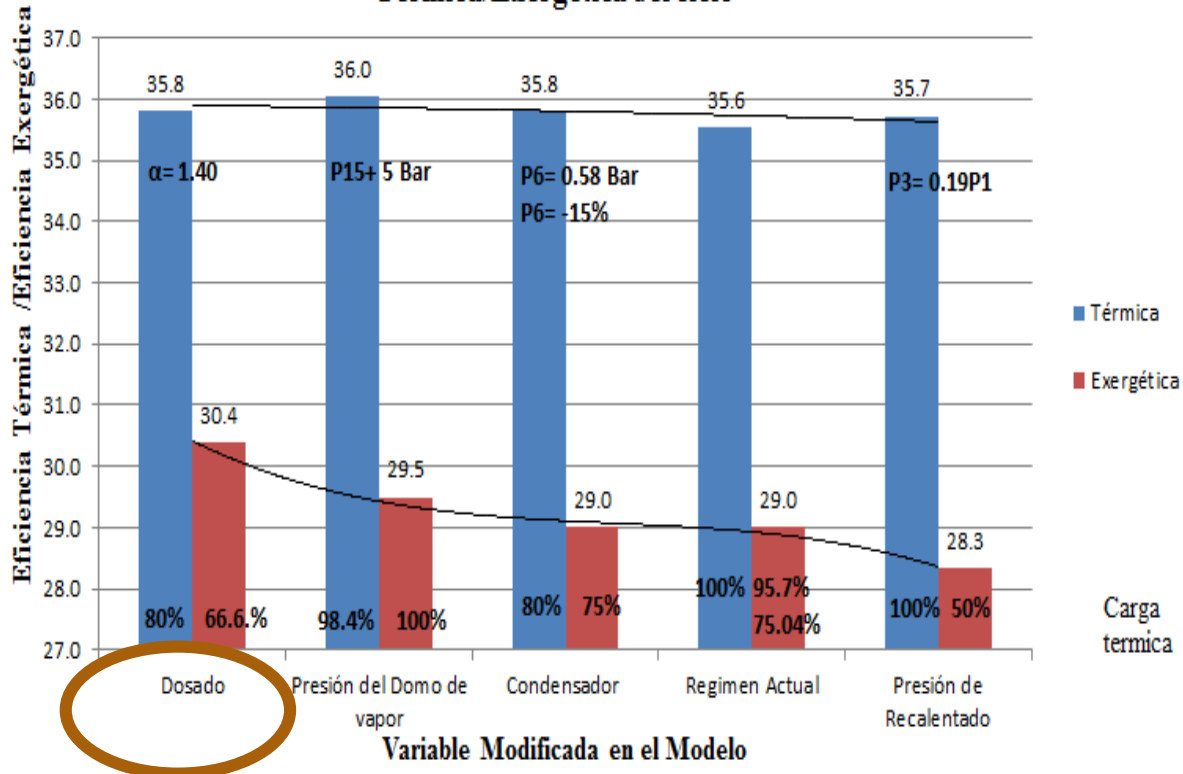
Variable modificada	Eficiencia Térmica Máxima	Eficiencia Exergética Máxima	Potencia Máxima generada a Carga 100%	Valor de la variable manipulada.
Parámetros Actuales de Operación	35.55% (Carga 100%)	29% (Carga 95.7% y 75.04%)	280.5 MW	-
Incrementar el Dosado de Aire	35.8% (Carga 80%)	30.4 (Carga 66.6%)	286.3 MW(+5.8 MW )	$\alpha = 1.40$
	<b>35.64% (Carga 99.63)</b>	<b>28.91% (Carga 100%)</b>	<b>285.4 MW (+4.9MW)</b>	<b><math>\alpha = 1.20</math></b>
Reducir la presión del condensador	35.8% (Carga 80%)	29%(Carga 75%)	284.5 MW (+4.0 MW)	$P_6 = 0.58 \text{ Bar } (-15 \%)$
Incrementar la presión del Domo de Vapor	36.04% (Carga 98.4%)	29.5% (Carga 100%)	283.7 MW(+3.2 MW)	$P_{15} + 5\text{Bar}$
Modificar la presión del recalentamiento	35.72% (Carga 100%)	28.34% (Carga 50%)	282.37 MW( +1.87 MW)	$P_3 = 0.19 P_1$

# 9. CONCLUSIONES

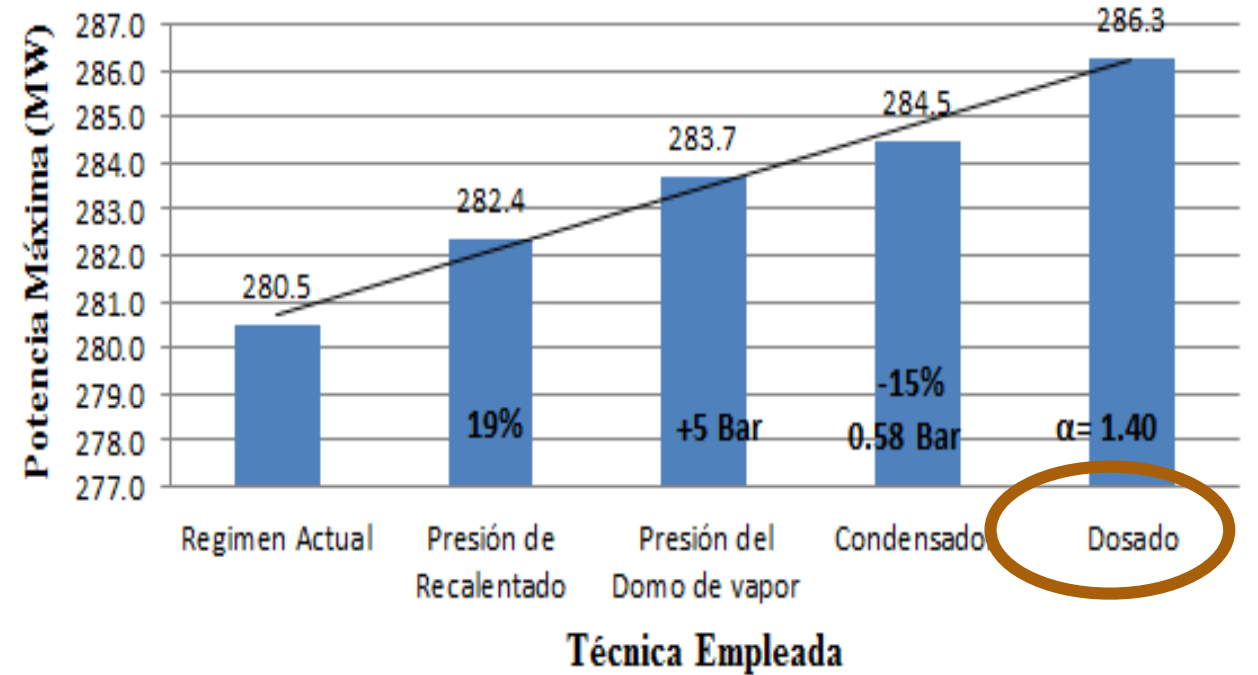
## 9.4 Conclusiones de análisis de sensibilidad

- » Con el análisis de sensibilidad se observó la influencia que tienen las principales variables independientes sobre los resultados del modelo de simulación de la central termoeléctrica Villa de Reyes, obteniéndose, según la técnica empleada:

**Efecto de las variables Independientes sobre la eficiencias Térmica/Exergetica del ciclo**



**Repotencialización de la Central (MW) Carga 100%**



# Referencias

- ✓ Bejan, A. & Kraus, A. (2003). Heat transfer Handbook, U.S.A.: John Wiley y Sons, Inc.
- ✓ Calvo-González, A. E., Reyes-Becquer, N., Aballe-Infante, L., López-García, E., Domínguez-Machado, R., Santé-Heredia, V., & Fernando-Mfumo, A. (2019). Cálculo térmico normativo de calderas digitalizado para el análisis de regímenes estacionarios. Ingeniería Mecánica, 22(2), 100-107.
- ✓ Cengel, Y. A. & Boles, M.A. (2012). Termodinámica (6 Ed). México: Mc Graw Hill.
- ✓ CFE. (2012a). Works Program and Investment Electricity Sector 2012 - 2016 Mexico D.F: Programming Branch, Planning Coordination, CFE.
- ✓ CFE. (2012b). Costs and Benchmarks for formulating investment projects Electricity Sector. México D.F.
- ✓ CFE. (1987). Manual del Operación de la central termoeléctrica villa de reyes. San Luís Potosí, México: Comisión Federal de Electricidad.
- ✓ CKTI. (1973). Thermal calculation of steam generator Regulatory Method (2 ed). Sankt Petersburg: CKTI.
- ✓ CKTI. (1998). Thermal calculation of steam generator Regulatory Method (3 ed.) Sankt Petersburg: CKTI.
- ✓ Duran M. (2004). Thermo-economic optimization of combined cycle gas turbine using genetic algorithms, Tesis Doctoral, UPM, Madrid 2004.
- ✓ Ebenhocha R., Matha D, Marathe S., Cortes P. & Molins C. (2015). Comparative Levelized Cost of Energy Analysis. Energy Procedia 80 (2015), 108 – 122.
- ✓ Ganapathy, V., (1981). Estimate nonluminous radiation heat transfer coefficients. Hydrocarbon Processing, 235.
- ✓ Ganapathy, V. (1982). Applied Heat Transfer. Tulsa OK: Penn Wll Book.
- ✓ Habib, M. A., Said, S. A. & Al-Zaharna, I. (1999). Thermodynamic optimization of reheat regenerative thermal-power plants. Applied Energy, 63.
- ✓ Jiménez, J. (2015). Análisis Exergético y Termo-económico de un sistema de generación de energía, estudio del caso del generador de vapor de 305 MW instalado en la central termoeléctrica Villa de Reyes. Tesis Doctoral. México. Universidad Autónoma del Estado de México.
- ✓ Kitto, J., & Stultz, S. (2005). Steam its generation and use (41 Edition), USA: The Babcock y Wilcox Company.
- ✓ Kwak, H. Y., Kim, D. J., & Jeon, J. S. (2003). Exergetic and thermo-economic analyses of power plants. Energy, 28, pp. 343-360.
- ✓ Montiel-Bohórquez, N. D., & Pérez, J. F. (2019). Generación de Energía a partir de Residuos Sólidos Urbanos. Estrategias Termodinámicas para Optimizar el Desempeño de Centrales Térmicas. Información tecnológica, 30(1), 273-284.
- ✓ Moran M. (1997). Second Law application in thermal system design. In Boehm, R. (Ed.), Developments in the Design of thermal Systems. New York: Cambridge University Press.
- ✓ Moran, M. & Shapiro H. N. (2008). Fundamentals of engineering thermodynamics. (6th Ed.). USA: John & Sons Inc.
- ✓ Moran M. (2005). Engineering Thermodynamics. In: Kreith, F. & Go swami D. Y., (Ed.). The CRC handbook of Mechanical Engineering. USA: The CRC press. Ch 2.
- ✓ Mullinger P. & Jenkins B. (2008). Industrial Process Furnaces, Principles and Design, Ed. Elsevier.
- ✓ Narula, R. G. (1995). Salient design considerations for an ideal combined cycle power plant. Heat Recovery Systems y CHP, pp. 97-104.
- ✓ Ndlovu, M. & Majozi, T. (2014). Design and Optimization of Power Plant Utility Systems, Computer Aided Chemical Engineering, 34, 567-572.
- ✓ Rovira A. (2004). Desarrollo de un Modelo para la Caracterización Termo-económica de Ciclos Combinados de Turbinas de Gas y de Vapor en Condiciones de Carga Variable, Tesis Doctoral, UPM, Madrid, 2004.
- ✓ SENER. (2017). Balance Nacional de Energía 2016. SENER. México.
- ✓ Zhao, W., Zhang, T. & Tang, X. (2012). Application of Power Electronic Technology in Optimizing the Operation of Thermal Power Plants. Advances in Mechanical and Electronic Engineering, 177.



**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/](http://www.ecorfan.org/) booklets)