



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

# **Title:** Dimensionado óptimo de centros fotovoltaico-eólico con interconexión a red para recarga de vehículos eléctricos

**Author:** Lester Antonio ACEVEDO MONTOYA

**Editorial label ECORFAN:** 607-8324  
**BCIERMIMI Control Number:** 2017-02  
**BCIERMIMI Classification (2017):** 270917-0201

**Pages:** 22  
**Mail:** [montoya102092@gmail.com](mailto:montoya102092@gmail.com)  
**RNA:** 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**  
244 – 2 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](mailto:contacto@ecorfan.org)  
Facebook: ECORFAN-México S. C.

**Twitter:** @EcorfanC

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

### Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
<b>Peru</b>	<b>Spain</b>	<b>Cuba</b>	<b>Haití</b>
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



# Autores

- M.C. Lester Antonio Acevedo Montoya
- Dr. Alberto Coronado Mendoza
- Dr. Virgilio Zúñiga Grajeda
- Dr. Roger Castillo Palomera





# Introducción

- Día a día se cuenta con una mayor cantidad de dispositivos que facilitan las acciones de la vida cotidiana, lo cual hace que la demanda energética por parte de la población sea en cantidades muy grandes.
- Las energías renovables contribuyen a generar energía con una afectación mínima al ambiente.
- Actualmente hay dos grandes vertientes en cuanto a automóviles eléctricos se refiere, estas son; en vehículos con conveniencia y la segunda opción son los vehículos particulares.





# Autos eléctricos

- Vehículo híbrido eléctrico (HEV)
- Vehículo híbrido eléctrico enchufable (PHEV)
- Vehículo eléctrico de baterías (BEV)





# Métodos de carga de baterías de auto eléctricos

- Existen cuatro distintas maneras de realizar la recarga de baterías en los vehículos eléctricos.
- Intercambio de baterías
- Carga nivel 1
- Carga nivel 2
- Carga nivel 3





# Baterías de autos eléctricos

- Son el principal componente de los autos eléctricos ya que de ellas depende el peso, la autonomía y por ende el costo de estos.
- Las baterías utilizadas en vehículos eléctricos por antonomasia son las de plomo-ácido y de níquel-cadmio, sin embargo en años recientes las baterías de iones de litio y de níquel-hidruros metálicos han estado ganando terreno
- Las baterías de níquel-hidruros metálicos se utilizan en los PHEV's
- Las baterías de iones de litio son las más utilizadas en los BEV's





# Carga de baterías de autos eléctricos con sistemas híbridos

- Al proponerse el uso de un sistema híbrido que combine elementos de ambos tipos de fuentes, convencionales y renovables, se obtendría un menor costo que en un sistema que posea solamente fuentes renovables y una menor contaminación a un sistema convencional.





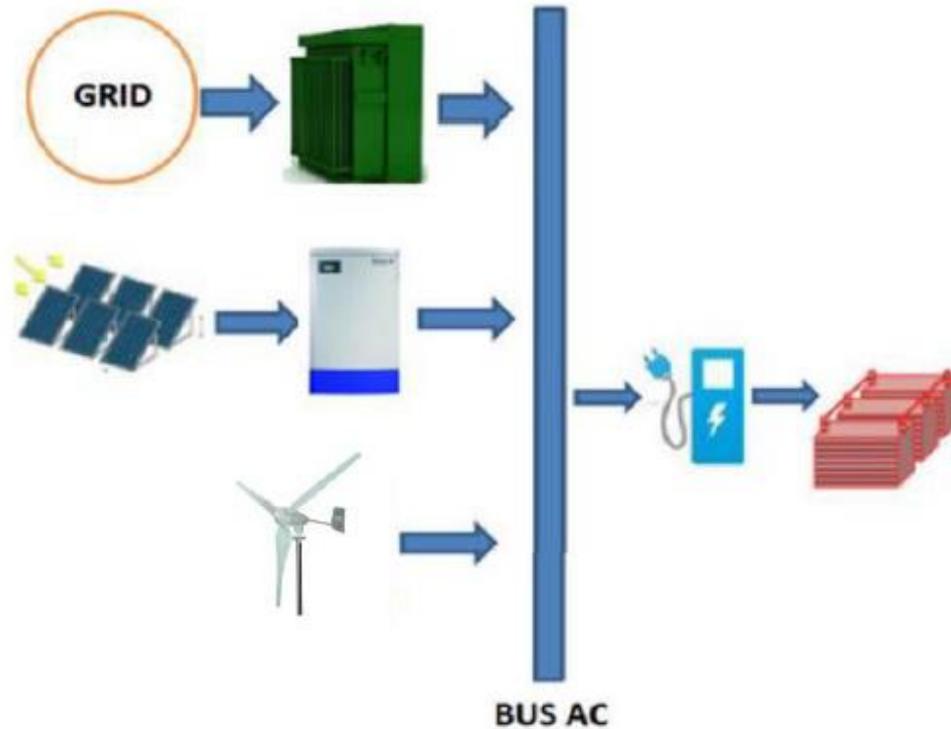
# Algoritmo genético

- Algoritmo matemático que transforma un conjunto de objetos matemáticos con respecto al tiempo usando operaciones modeladas de acuerdo al principio Darwiniano de reproducción y supervivencia del más apto.
- Tamaño de la población, Probabilidad de cruce, Probabilidad de mutación, selección, reproducción, mutación.





# Modelación matemática



Esquema de trabajo del sistema híbrido para recarga de baterías de vehículos eléctricos

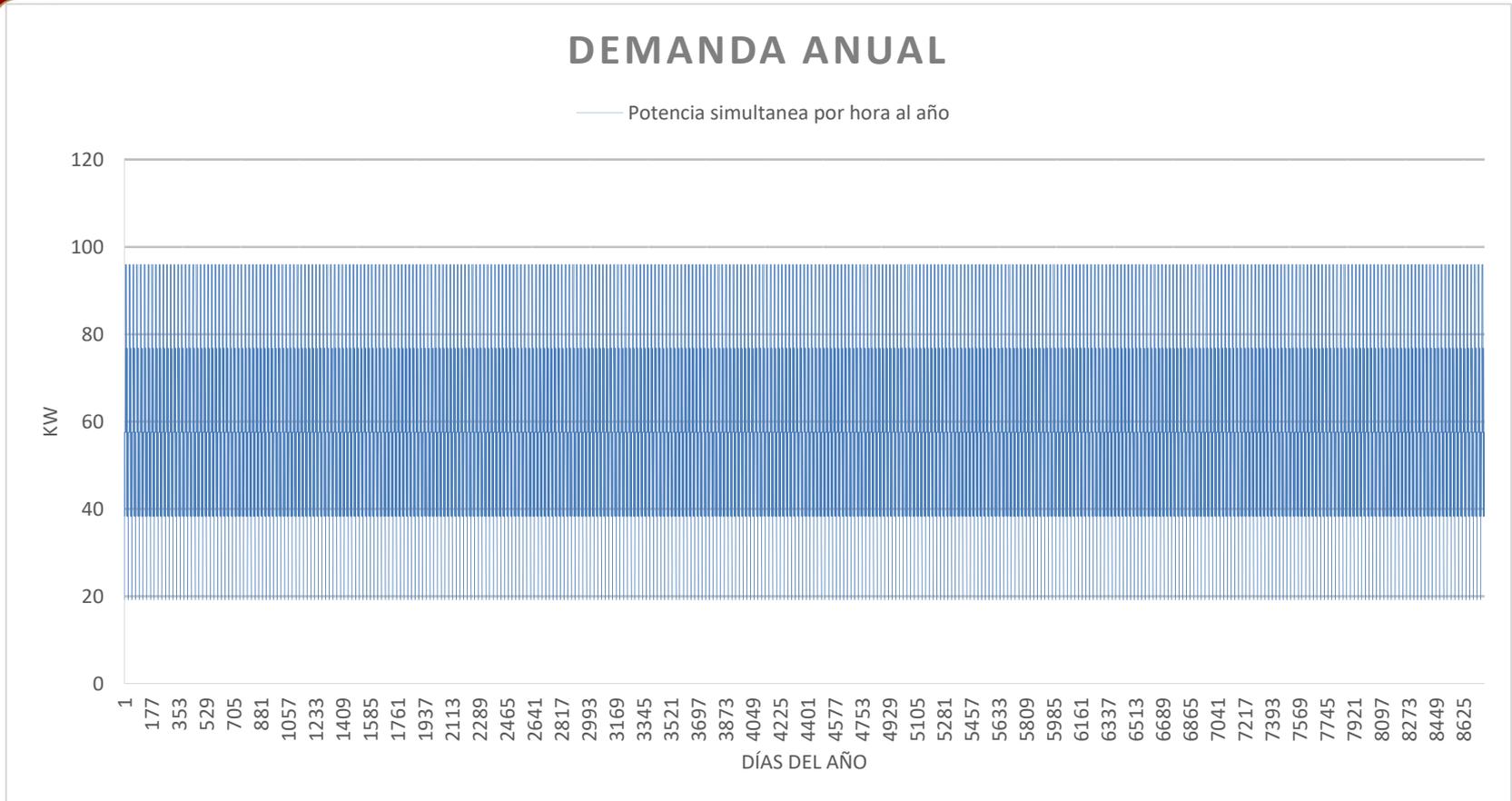


**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**

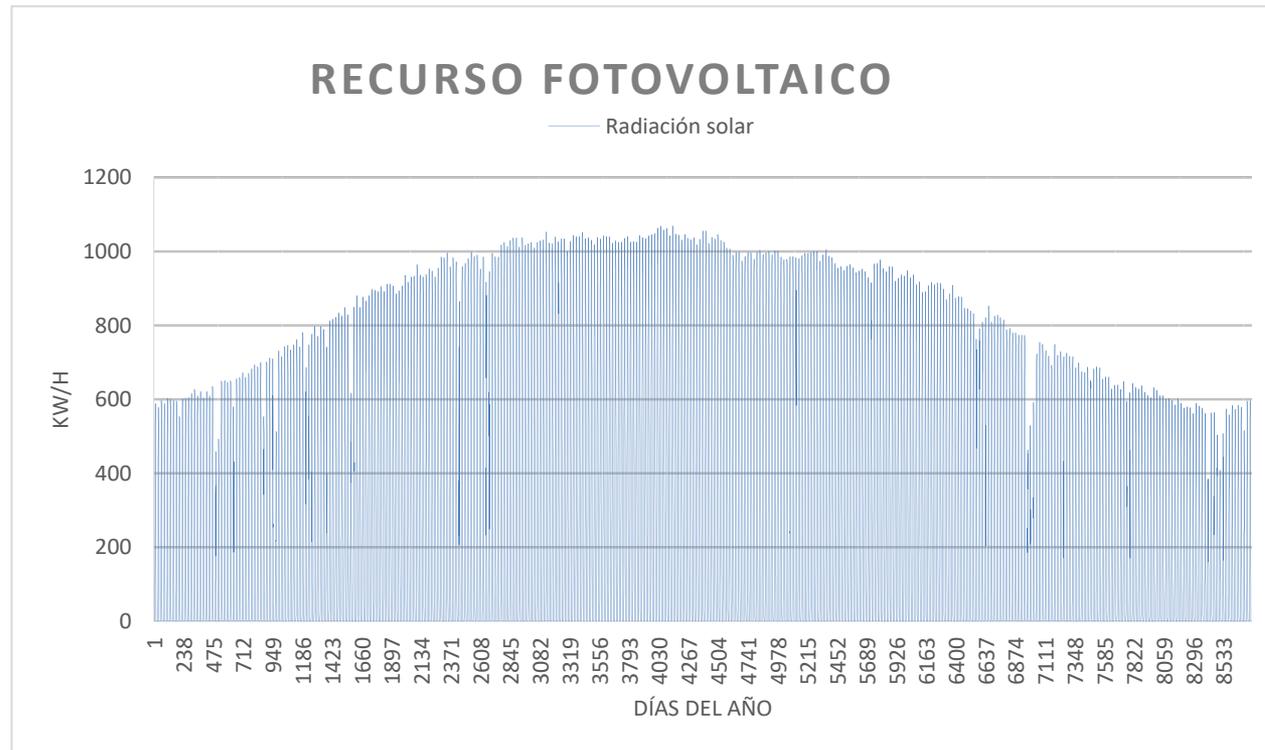


# Demanda anual de potencia





# Recurso renovable



**Radiación solar, en Tecate, Baja California, México.**

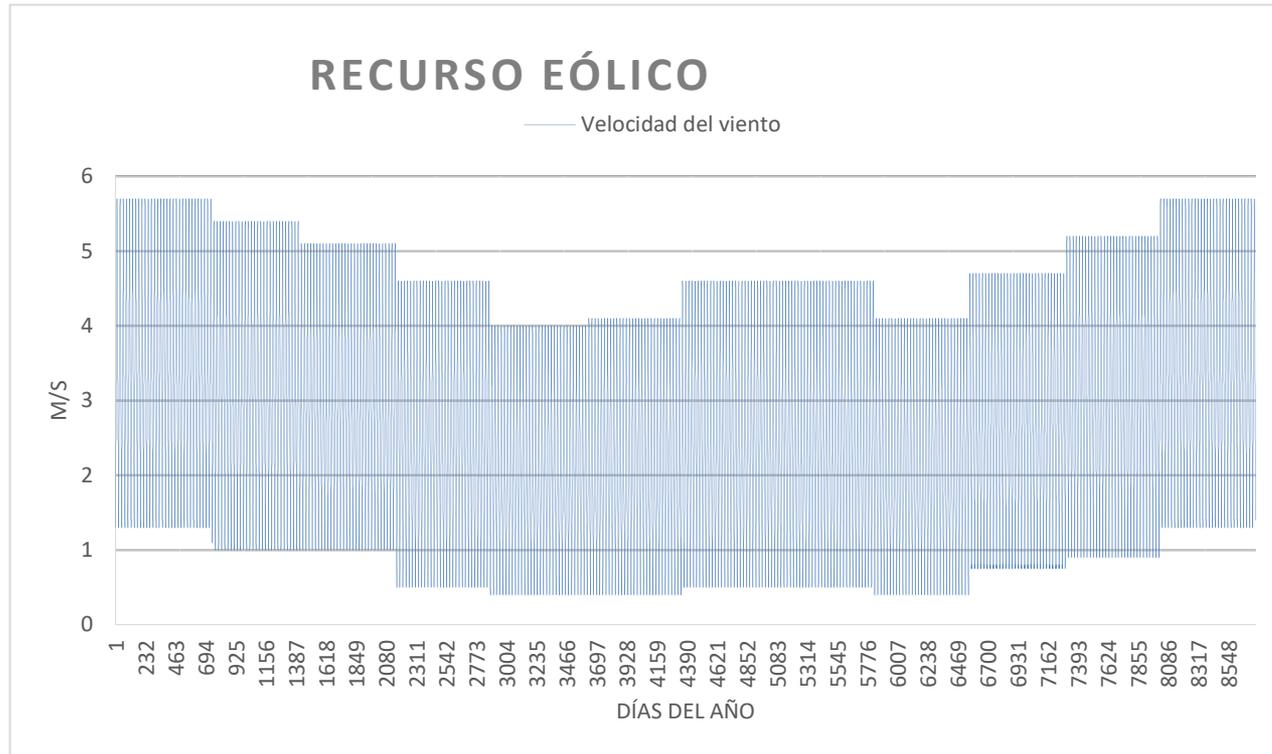


**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**



# Recurso renovable



**Velocidad del viento en Tecate, Baja California, México.**



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

**2017**



# Función objetivo

$$CAT = IC + O\&M$$

Dónde: CAT es costo anual total del sistema híbrido, IC representa el costo de Instalación de los dispositivos que componen al sistema y O&M conlleva el Costo de operación y mantenimiento de dichos dispositivos.

$$IC = CRF(C_{PV} + C_G + C_{WT})$$

Dónde: CRF es el factor de recuperación de capital para seccionar a lo largo de la vida del proyecto los costos de instalación de los equipos,  $C_{pv}$  simboliza el costo de instalación del sistema fotovoltaico,  $C_G$  representa el costo de conexión a la red y  $C_{WT}$  es el costo de instalación de la fuente eólica.





# Función objetivo

$$O\&M = OM_{PV} + OM_G + OM_{WT}$$

Dónde:  $OM_{PV}$  es costo anual de operación y mantenimiento del sistema fotovoltaico,  $OM_G$  es costo anual de operación y mantenimiento de la conexión a la red y  $OM_{WT}$  representa el costo anual de operación y mantenimiento de los aerogeneradores.

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Dónde:  $i$  es la tasa de interés y  $n$  representa a los años de vida del sistema.





# Función objetivo

$$C_{PV} = (\$_{pv})(N_{pv}) + \left( \$_{inv} * 1 + \frac{1}{(1+i)^5} + \frac{1}{(1+i)^{10}} + \frac{1}{(1+i)^{15}} \right) (N_{inv})$$

Dónde:  $\$_{PV}$  el costo de cada panel fotovoltaico,  $N_{PV}$  es el número de paneles fotovoltaicos,  $\$_{inv}$  el costo de cada inversor y  $N_{inv}$  es el número de inversores.

$$C_G = \left( \$_T * 1 + \frac{1}{(1+i)^5} \right) (N_T) + \left( \$_{rec} * 1 + \frac{1}{(1+i)^5} \right) (N_{rec})$$

Dónde:  $\$_T$ : Costo del transformador,  $N_T$ : Número de transformadores,  $\$_{rec}$ : Costo de cada rectificador y  $N_{rec}$ : Número de rectificadores.





# Función objetivo

$$C_{WT} = (\$_{WT})(N_{WT})$$

Dónde:  $\$_{WT}$  el costo de cada turbina eólica,  $N_{WT}$  es el número de aerogeneradores.

$$OM_{PV} = (\$_{mntpv})(N_{pv}) + (\$_{mntinv})(N_{inv})$$

Dónde:  $\$_{mntpv}$ : Costo de mantenimiento de cada panel fotovoltaico y  $\$_{mntinv}$ : costo de mantenimiento de cada inversor.





# Función objetivo

$$P_{DS} = \left( \frac{Q_B * \%Q}{t} \right) (\#B)$$

Dónde:  $P_{DS}$ : Potencia de demanda,  $Q_B$ : Capacidad de la batería,  $\%Q$ : Porcentaje de batería a cargar,  $t$ : Tiempo de recarga y  $\#B$ : Número de baterías.

$$PT_{PV} = (N_{PV})(P_{PV})$$

Dónde:  $PT_{pv}$ : Potencia total de paneles fotovoltaicos y  $ppv$ : Potencia de cada panel fotovoltaico.





# Función objetivo

$$P_{PV} = (P_{nom}) \left( \frac{R}{R_{Ref}} \right) \left( 1 + N_T (T_C - T_{Ref}) \right)$$

Dónde:  $p_{nom}$ : Potencia nominal de cada panel fotovoltaico,  $R$ : Radiación solar del sitio de emplazamiento,  $R_{ref}$ : Radiación solar de referencia (1000W/m<sup>2</sup>),  $N_T$ : Coeficiente de temperatura del panel fotovoltaico (-3.7X10-3 1/°C),  $T_{ref}$ : Temperatura de la celda a 25°C y  $T_C$ : Temperatura de la celda.

$$N_{inv} = \left( \frac{PT_{pv}}{P_{inv}} \right)$$

Dónde:  $P_{inv}$ : Potencia del inversor y  $PT_{pv}$ : Potencia total de paneles fotovoltaicos.





# Función objetivo

$$PT_{WT} = (N_{WT})(P_{WT})$$

Dónde:  $PT_{WT}$ : Potencia total de aerogeneradores y  $p_{WT}$ : Potencia de cada generador eólico.

$$\begin{array}{ll} PT_{WT} = 0 & V < V_{in} \\ PT_{WT} = \alpha(V)^3 - \beta P_R & V_{in} < V < V_R \\ PT_{WT} = P_R & V_R < V < V_{UP} \\ PT_{WT} = 0 & V > V_{UP} \end{array}$$

Dónde:  $PT_{WT}$ : Potencia total de aerogeneradores,  $V$ : Velocidad disponible del viento,  $V_{in}$ : Velocidad de arranque del aerogenerador,  $V_R$ : Velocidad nominal del viento, a la que el aerogenerador produce su potencia nominal,  $V_{UP}$ : Velocidad de corte del aerogenerador,  $P_R$ : Potencia nominal del aerogenerador, alfa y beta son factores que relacionan la potencia y la velocidad del viento.





# Resultados

Después de realizarse en repetidas ocasiones el proceso de optimización por medio de algoritmos genéticos para encontrar la convergencia, la herramienta de MATLAB nos arrojó los resultado de los escenarios, expresados la siguiente tabla:

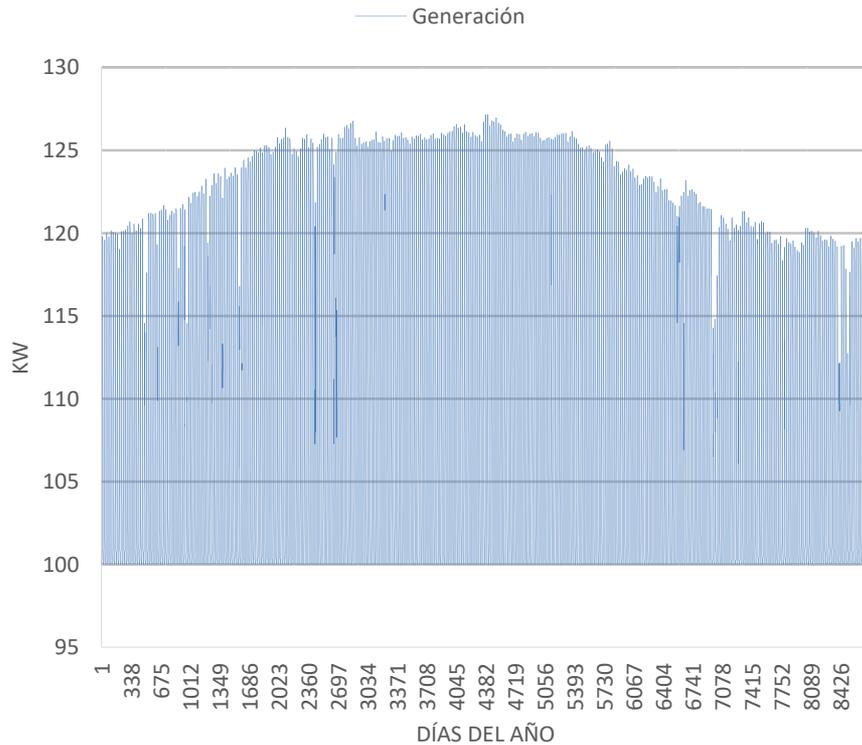
Componentes	Con Venta de energía excedente	Sin venta de energía excedente
Paneles fotovoltaicos	86	78
Transformadores	4	4
Aerogeneradores	3	3
CAT	\$1,134,682.8	\$1,149,262.6



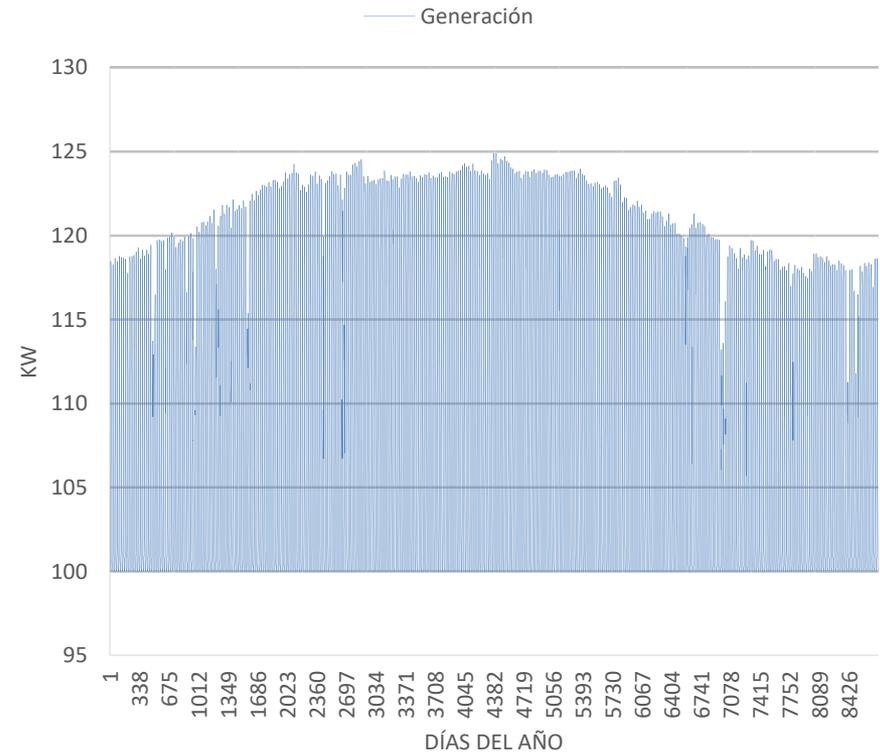


# Resultados

## ESCENARIO 1



## ESCENARIO 2





# Conclusiones

- A forma de conclusión se puede decir que el mejor de los dos escenarios analizados anteriormente, para la obtención del costo anual total mínimo de un sistema híbrido con fuentes de energía renovable, fotovoltaico-eólico, y con interconexión a la red de distribución, es el escenario 1, ya que este tiene un CAT cuyo valor es menor por cerca de \$14,580 MXN. Esto adquiere un valor más impactante si se realiza el cálculo a lo largo de toda la vida del proyecto, alcanzando un total de \$291,596.





# Referencias

- García, M. (2015). *Pasado, presente y futuro de vehículos eléctricos*. Pereira: Colombia.
- Integration, T. (2015). *Plug In Electric Vehicles in Smart Grids*. Londres: Springer.
- Trigg, T. (2013). *Global EV Outlook: Understanding the Electric Vehicle Landscape to 2020*. IEA.
- García-Villalobos, J. e. (2104). Plug-in electric vehicles in electric distribution networks: a review of smart charging approaches. *Renewable and sustainable energy reviews*, 717-731.
- Guerrero, V. (2012). *Estudio sobre los gestores de cargas para vehículos eléctricos*. Universidad Carlos III de Madrid.
- Fenercom. (2009). *Guía del vehículo eléctrico*. Madrid: España.
- CNTA, R. C. (2012). *Electric Vehicle charging stations: technical installation guide*. Québec: Hydro Québec.
- Castillo, R. I. (2013). *Sistema híbrido fotovoltaico-eólico para la generación de energía eléctrica*. Tlatemoani.
- Abella, M. A. (2010). *Sistemas fotovoltaicos*. Madrid, España.
- Maleki, A (2015) Optimal sizing of autonomous hybrid photovoltaic/wind/battery power system with LPSP technology by using evolutionary algorithms. *Solar Energy*. 471-483.
- Nadjemi, O. (2106) Optimal hybrid PV/wind energy system sizing: Application of cuckoo search algorithm for Algerian dairy farms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 1352-1365
- Koza, J. (1992). *Genetic Programming. On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. Massachusetts: The MIT press.





**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. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)