

SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DISTRIBUÍDA PARA LA LOCALIDAD DE TANCACHA, PROVINCIA DE CÓRDOBA

Autores : Dr. Carlos Ramiro Rodríguez ⁽¹⁾, Ing. Mirta Susana Roitman ⁽²⁾,

⁽¹⁾ Prof. Adjunto Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. ramiro246@gmail.com

⁽²⁾ Prof. Adjunta Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. mirtaroitman@yahoo.com.ar

RESUMEN

Se presenta en este trabajo el diseño de un sistema de generación de energía eléctrica distribuida (GD) para la localidad de Tancacha, ubicada en el Departamento Tercero Arriba de la Provincia de Córdoba, Argentina.

El sistema de GD utiliza en su diseño recursos eólicos, solares y convencionales como fuentes primarias de energía. Las mediciones eólicas realizadas en campo, fueron tomadas a lo largo de varios años en sitio. La fuente de información para la energía solar se tomó del Atlas Solar de la República Argentina y los datos de energía eléctrica convencional fueron proporcionados por la EPEC. El análisis de factibilidad técnica, económica, ambiental y de ciclo de vida, se llevó a cabo utilizando software de apoyo para la toma de decisiones, desarrollados para evaluar la producción de energía, ahorros, costos de ciclo de vida, reducción de emisiones, aspectos financieros y de riesgo de varios tipos de tecnologías de energía eficiente y renovables: HOMER[®] de uso libre. Se configuraron distintos sistemas de GD, combinando recursos eólicos, solares y la red eléctrica como fuentes primarias de energía.

Palabras claves: Sistema de generación distribuida, Tancacha.

1. OBJETIVOS

1.1- Motivación

Se hace referencia a la Generación Distribuida como la producción de energía en las instalaciones de los consumidores, o bien en las instalaciones de la empresa distribuidora, suministrando energía directamente a la red de distribución en baja tensión. Asimismo se asocia a tecnologías como motores, mini- y micro-turbinas, pilas de combustible y energía solar fotovoltaica, cuyo objetivo es proporcionar una alternativa o una mejora al sistema eléctrico tradicional [1].

En esta línea de cambio se dispone en el marco normativo nacional del Decreto N° 2247/85, el cual promovió una política de desarrollo de las energías no convencionales a través de la Dirección Nacional de Conservación y Nuevas Fuentes de Energía de la Secretaría de Energía la Nación y en la Provincia de Córdoba de la Ley N° 8810/99 por la que se declara de Interés Provincial la generación de energías mediante fuentes renovables, con los objetivos de reducir las emisiones contaminantes, utilizar racional y eficientemente los recursos naturales y fomentar las inversiones en infraestructura a fin de contribuir al desarrollo de las regiones menos favorecidas y la Ley 92297/05, por la que se aprueba la ampliación del Acuerdo de Participación en el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Eléctricos Rurales - PERMER, suscripto entre la Secretaría de Energía de la Nación y el Gobierno de la Provincia de Córdoba.

En lo relativo a la Generación Distribuida, se ha presentado ante la Secretaría de Energía de la Provincia de Córdoba un proyecto de ley, que se encuentra en proceso de aprobación, destinado a reglamentar la conexión a red, de instalaciones de producción de energía eléctrica de baja potencia de origen renovable. El objetivo que se busca con esta reglamentación es establecer las condiciones administrativas y técnicas para la conexión de las instalaciones de energías de origen renovables no fósiles, de baja potencia, a la red eléctrica de la Provincia; de aplicación a los consumidores-generadores que estén conectados a la red eléctrica pública y que tengan como único fin generar parte de la energía que consumen, a los efectos de contribuir con la generación distribuida. Con este marco legal se presenta el diseño de un sistema de GD para la localidad de Tancacha, utilizando para el diseño técnico el programa de uso libre HOMER[®] [2].

2. MÉTODOS

2.1- Evaluación Eólica

La evaluación del recurso eólico para la generación eléctrica, viene realizándose mediante mediciones de campo desde el año 2009.

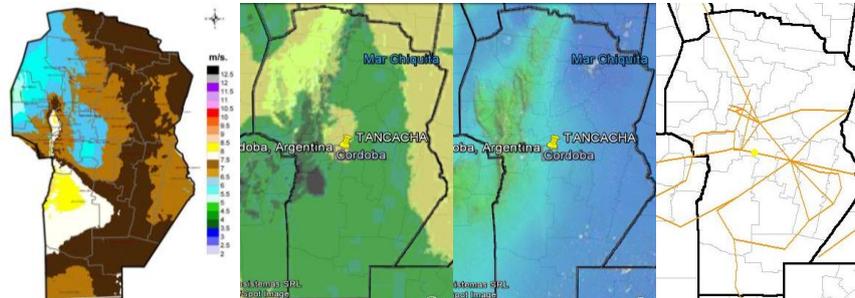


Figura 1. Leyendas de Mapas de izquierda a derecha: velocidad de vientos a 50 m de altura, densidad de potencia eólica, topografía, redes eléctricas de 13,2 kV. La marcación en amarillo indica la ubicación del sitio en estudio.

La torre de medición de 48 m de altura se encuentra ubicada en las Coordenadas Geográficas S: 32° 09' 18,1" - W: 64° 09' 11,875", distante 17 km de la localidad de Tancacha ubicada en las Coordenadas Geográficas S: 32°14'30.21" - W: 63°58'44.67". La Figura 1 muestra los mapas de velocidad de vientos medidos a 50 m de altura, distribución de la densidad de potencia eólica, topografía del terreno, y distribución de redes eléctricas de 13,2 kV, indicándose mediante un marcador amarillo la localidad de Tancacha, que cuenta con una población de 5.184 habitantes [3], según datos del Censo de Población, Vivienda y Hogares, 2001, objeto del presente estudio.

2.2- Evaluación Solar

Los datos del promedio de la irradiación solar global diaria sobre un plano horizontal en [kWh/m²/día], y de la heliofanía efectiva diaria utilizados para la evaluación solar, se tomaron de la base de datos del "Atlas de energía solar de la República Argentina" [4]. Las Coordenadas Geográficas de la estación solar son: S 31.43° - W: 64.18° (Departamento Capital) ubicada a 438 msnm, distante 89 km del sitio en estudio. Ambos sitios presentan una misma distribución espacial, en irradiación solar y heliofanía, según se corrobora en las cartas mensuales con la distribución espacial del promedio de la irradiación solar global diaria sobre un plano horizontal.

2.3- Modelado mediante HOMER

El programa simula la operación de un sistema mediante el cálculo del balance de energía para cada hora del año. Compara las demandas eléctrica y térmica horarias, con las fuentes de abastecimiento de energía que puedan proveer en este mismo intervalo. De esta manera calcula el flujo de energía desde y hacia cada componente del sistema.

2.4- Entradas

a.- Carga eléctrica primaria. La demanda horaria a satisfacer en Tancacha es de 29 MWh/día, con un pico de consumo de 1760 kW y una media de 1.220 kW. El perfil diario y los promedios mensuales de la carga eléctrica primaria, se muestran en la Figura 2.

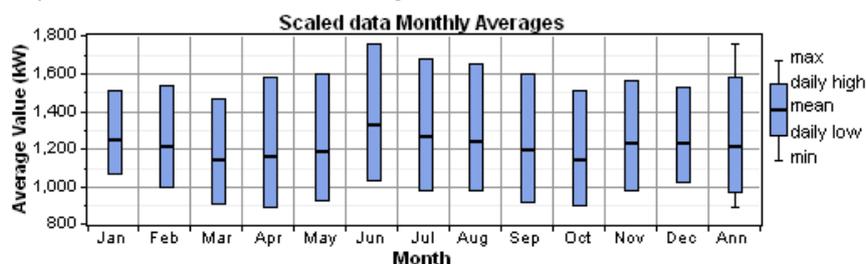


Figura 2. Carga eléctrica primaria en [kW].

b.- Recurso eólico. La Figura 3 muestra los valores medios mensuales de velocidad de viento obtenidos mediante mediciones de campo, durante el año 2012.

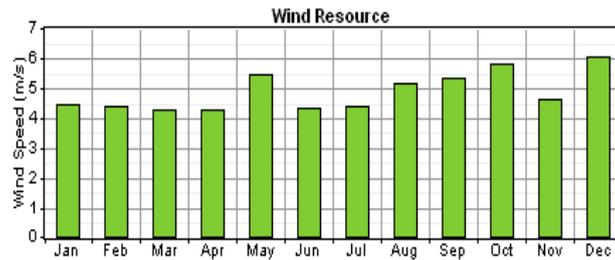


Figura 3. Velocidad de viento media mensual en [m/s]. Promedio anual 4,88 [m/s].

c.- **Recurso solar.** La Figura 4 muestra los valores medios mensuales de la radiación solar horizontal diaria (media anual es 4,47 kWh/m²/día), junto con el índice de claridad, definido como la radiación solar global en la superficie de la tierra dividida por la radiación extraterrestre en la parte superior de la atmósfera.

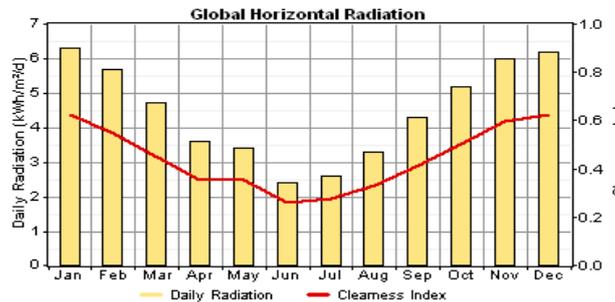


Figura 4. Irradiación Solar Horizontal Diaria en [kWh/m²/día] e índice de claridad

3.- DESARROLLO

a.- Configuración de los sistemas de generación eléctrica

Un sistema de energía híbrido comprende componentes de energía renovable trabajando en conjunto con un generador de energía no renovable. En este trabajo, la fuente de energía no renovable es la red eléctrica, en la cual la electricidad puede fluir en ambas direcciones. De este modo, cuando la oferta de renovables es insuficiente, se compra electricidad a la red, o cuando su generación es en exceso, se vende electricidad a la red a través de un acuerdo con el transportista.

b.- Componentes de energía renovable

Aerogenerador: la turbina elegida es marca IMPSA IWP83, 2,1 MW de potencia nominal de CA. EL diámetro de palas es de 83 m y la altura del eje es de 100 m. El tiempo de vida útil del proyecto es de 25 años y el costo del MW instalado se consideró en USD 2,5 M.

Arreglo fotovoltaico: se consideraron tres tamaños de paneles fotovoltaicos, en kW 300, 400 y 500 con un costo estándar de USD 10.000/kW y costo de mantenimiento de USD 10/año/kW.

Almacenamiento: se consideró a la red como un almacenador virtual de la electricidad, esto es, cuando hay exceso de electricidad producida por un componente renovable se vende a la red.

Inversor: el costo del inversor es de USD 1000/kW, con una vida útil de 15 años y eficiencia de 90. Se consideraron tamaños de 100, 300, 400 y 1000 kW.

4.- RESULTADOS

4.1- Red. El VPN para el suministro de electricidad por 20 años es de USD 6.6 M considerando el costo de compra al proveedor local de electricidad en 2012 de USD 0,058/kWh. Las misiones de GEI resultan en 6.7 M de toneladas de CO₂. El costo total de la electricidad durante 1 año es USD 620.567. El total de electricidad consumida por año es 10,6 M kWh/año.

4.2- Sistema Renovable eólico-solar. La producción eléctrica media mensual se muestra en la Figura 5. Se observa que el porcentaje de producción con energía renovable es de 100%, con un ahorro de 6.708.529 kg de CO₂/año. Por otra parte el COE es USD 0,154 y el VPN es de USD 10.502.000.

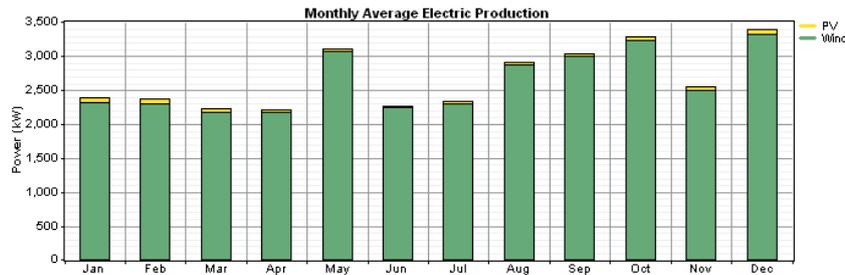


Figura 5. Perfil de producción eléctrica media mensual del sistema eólico solar.

4.3- Sistema Híbrido. La producción eléctrica media mensual se muestra en la Figura 6. Se observa que el porcentaje de producción con energía renovable es de 62%, con un ahorro de 4.944.628 kg de CO₂/año. Por otra parte el COE es USD 0,056 y el VPN es de USD 7.693.670.

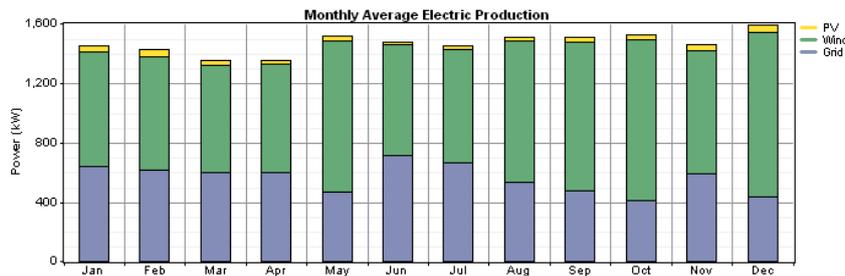


Figura 6. Perfil de producción eléctrica media mensual híbrida.

Sistema	Capital Inicial (\$)	VPN (\$)	COE (\$)/kWh	Producción Eléctrica (kWh/año)	Uso% de Renovables	Exceso Eléctrico (kWh/año)	Carga no Alcanzada (kWh/año)	% de Escasez	Emisiones CO ₂ (kg/año)
4.1	0	6.624.416	0,058	10.614.703	0,00	0,00	71.414	2,25	6.708.529
4.2	10.502.000	1.142.808	0,154	7.295.854	100	16.165.460	3.390.343	46,5	0,00
4.3	4.600.000	7.693.670	0,056	10.673.163	62	59.971	12.958	0,65	1.763.901

5. CONCLUSIONES

El modelo demostró que el sistema híbrido eólico/PV en combinación con la red de suministro, puede cumplir, en principio, con la demanda de carga eléctrica de la localidad. El análisis que compara la red sola, el sistema renovable aislado y el sistema híbrido, sobre la base del VPN mostró que una red renovable aislada no es competitiva con la red sola, a diferencia del sistema híbrido que si lo es.

La configuración híbrida óptima consistió en una turbina IWP83 IMPSA (2,0 MW), sin baterías ni convertidores, con un arreglo fotovoltaico de 200 kW. Esta configuración dio lugar a un ahorro en la emisión de gases de efecto invernadero de 4.944.628 kg de CO₂/año, vendiendo el exceso de electricidad a la red.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] International Energy Agency (IEA).
- [2] <http://www.HOMERenergy.com>.
- [3] según datos del Censo Nacional de Población, Vivienda y Hogares -2001.
- [4] "Atlas de energía solar de la República Argentina", H. Grossi Gallegos y R. Righini. Publicado por la Universidad Nacional de Luján y la Secretaría de Ciencia y Tecnología, Buenos Aires, Argentina, marzo de 2007.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto Secyt-UNC 2012.