



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
Multidisciplinario
21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Análisis de un Sistema híbrido para la Generación de Energía Eléctrica en Panamá

Roberto Ray Matheus

Master en Ingeniería Eléctrica

roberto.matheus@utp.ac.pa

Universidad Tecnológica de Panamá

Francisco David Pérez

Master en Ingeniería Eléctrica

francisco.perez@utp.ac.pa



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
Multidisciplinario
21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Análisis de un Sistema híbrido para la Generación de Energía Eléctrica en Panamá

Resumen

Los sistemas híbridos de energía son una alternativa viable para la electrificación de zonas rurales remotas, donde no se tiene acceso a la línea de transmisión. Estos sistemas incorporan una combinación de una o varias fuentes de energía renovables como la solar fotovoltaica, energía eólica y mini hidráulica, y pueden ir acompañados de un generador eléctrico como soporte. La ausencia de líneas de transmisión hacia lugares remotos, ocasiona que muchos poblados de Panamá no estén provistos del servicio de energía eléctrica, lo que dificulta que estos sectores del país, se incorporen a las actividades socioeconómicas, desarrollen y alcancen un mejor nivel de vida. También en los sistemas integrados los proyectos que aprovechen la complementariedad energética son de vital importancia para el buen uso de las energías renovables.

Palabras Claves: complementariedad, híbrido, fotovoltaico, hidroeléctrica de pasada.

Introducción



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Las energías renovables son cruciales para un desarrollo sostenible, abarcando tanto el punto de vista económico como el ambiental y el social. Desde los últimos años los costes de producción, especialmente en cuanto a paneles fotovoltaicos, se ha visto reducido notablemente debido a la producción en gran escala de paneles fotovoltaicos. A pesar de esto los rendimientos siguen siendo bajos y los costes relativamente elevados. Por otro lado, las tecnologías utilizadas para el almacenamiento de energía también están evolucionando rápidamente, de tal modo que sus precios disminuyen y la capacidad de almacenaje aumenta.

El sistema propuesto debe asegurar electricidad mediante una base de tecnología hidráulica y el complemento de energía solar fotovoltaica con el uso de baterías. El principal problema tecnológico de la mayoría de instalaciones renovables es la predicción de la producción de energía eléctrica. En este caso, la predicción del caudal del río es complicada ya que está bajo la influencia de los regímenes pluviales, de la localización, de la estación anual e incluso del tipo año, variando desde muy húmedo hasta muy seco. En el caso de la predicción de la radiación solar, es más sencilla, y de manera resumida depende de las coordenadas y la altura del emplazamiento, aunque presenta problemas como la presencia de nubes y la limitación de las horas solares. Debido a estos factores y otros, como pueden ser las paradas de mantenimiento de las instalaciones generadoras, el uso de sistemas de almacenamiento es generalmente imprescindible en los sistemas aislados de la red.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Es importante destacar que la actividad detectada en Panamá en energías renovables de hasta 10 MW se centra en proyectos hidroeléctricos. Si bien la experiencia de Panamá en el desarrollo de pequeñas centrales ha sido escasa hasta el momento, la cantidad de proyectos en construcción indica un despegue en este campo que ha de servir de experiencia al país para lograr impulsar un parte importante de los muchos proyectos que se encuentran hoy en día en trámite de permisos y licencias. Es de esperar que Panamá sea el líder a nivel regional en las pequeñas energías renovables dentro de unos pocos años. [1]

Para el diseño de sistemas híbridos autónomos de energía renovable, el dimensionado correcto es crucial para que el sistema pueda proporcionar energía a un costo óptimo. Asimismo, si los sistemas híbridos se diseñan y controlan de forma óptima, en muchos casos el coste de producción de cada kW-h se reduce respecto de las instalaciones generadoras que sólo hacen uso de una única fuente de energía. [2]

Metodología

Para el caso de predicción de la demanda utilizamos curvas estandarizadas basada en la determinación de la demanda del sistema energético anual del consumo individual o del consumo por grupos. La demanda puede estar dividida en los siguientes grupos:

Consumo en viviendas



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
 Multidisciplinario
 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Consumo en el sector primario (granjas, bombeo de agua).
 Consumo sector secundario y terciario-servicios (comercios, fábricas, producción).
 Los perfiles de consumo varían durante el día pero también con el tipo de día laboral o festivo, grupos de consumo y la estación del año. [3]

Los datos de radiación solar lo podemos obtener de la página Surface meteorología and solar energía de la NASA. La producción de energía eléctrica de una hidroeléctrica de pasada la tenemos en el Centro Nacional de Despacho.

Resultados

En la fig. 1 tenemos el perfil de consumo del Sistema integrado nacional en un día laboral y en la fig. 2 el de un día sábado, podemos diferenciar que en un día sábado la jornada laboral es hasta las 12:00 mr.



Fig. 1, Demanda de Energía Eléctrica en un día laboral



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
 Multidisciplinario
 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

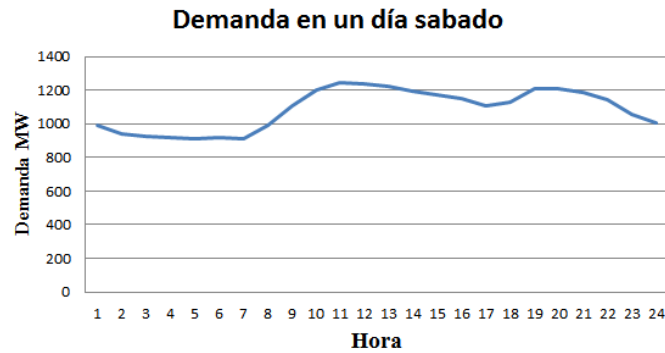


Fig. 2, Demanda de Energía Eléctrica en un día sábado

Un ejemplo del consumo del sector residencial lo mostramos en la fig3.

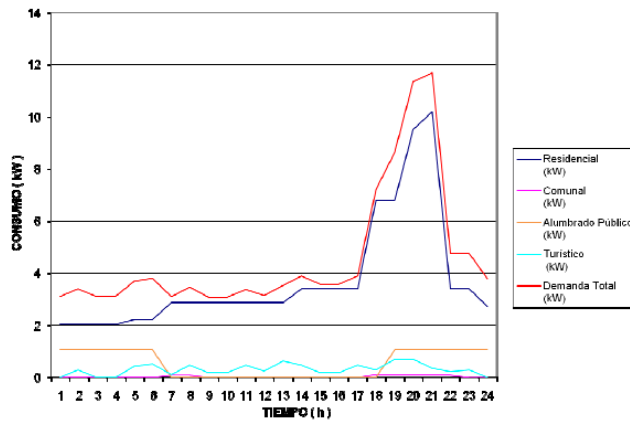


Fig. 3, Demanda de Energía Eléctrica Residencial [4]



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
 Multidisciplinario
 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

RADIACIÓN SOLAR EN PANAMÁ

Los datos de radiación solar lo podemos obtener de la página Surface meteorology and solar energy de la NASA, en la tabla 1 y la fig. 4, tenemos los datos de la radiación para la posición en latitud de 9° y 79° oeste. [5]

Tenemos según la fig. 4 que la mayor radiación solar se presente en el periodo de enero a abril, donde tenemos valores mayores a 5 Kwh/m²/día.

Tabla 1. Promedio de Radiación Solar en Panamá (Kwh/m²/día)

Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
5.18	5.46	5.82	5.45	4.57	4.21	4.33	4.45	4.54	4.33	4.05	4.37

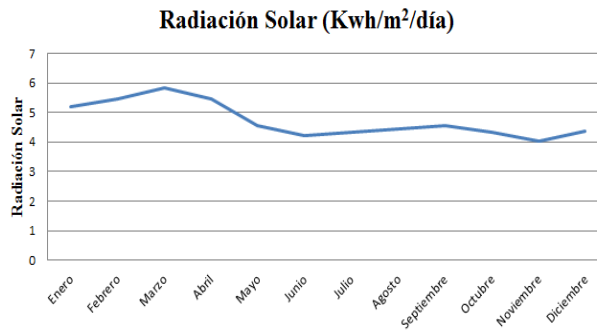


Fig. 4, Radiación Solar en Panamá

Podemos comparar la radiación solar en Alemania, España, Panamá y Costa Rica. Realizando esta comparación consideramos que Panamá posee con un buen recurso de energía solar que podemos aprovechar para la generación de energía eléctrica.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
 Multidisciplinario
 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Tabla 2. Promedio de Radiación Solar en Panamá (Kwh/m²/día)

	Alemania	España	Panamá	Costa Rica
Enero	0.89	1.67	4.50	6.12
Febrero	1.59	2.56	5.05	6.69
Marzo	2.53	3.82	5.48	7.27
Abril	3.79	4.45	5.18	6.79
Mayo	4.79	5.38	4.34	5.82
Junio	4.86	6.21	3.98	5.60
Julio	4.82	6.30	4.01	5.69
Agosto	4.29	5.58	3.97	5.61
Septiembre	2.85	4.32	4.12	5.46
Octubre	1.72	2.78	3.94	5.27
Noviembre	0.95	1.81	3.80	5.39
Diciembre	0.67	1.45	3.97	5.37
Promedio	2.81	3.86	4.36	5.92

COMPORTAMIENTO DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UNA HIDROELÉCTRICA DE PASADA EN PANAMÁ.

La Empresa de Transmisión de Energía Eléctrica (ETESA) por medio del Centro Nacional de Despacho (CND) tiene la información de la generación de energía eléctrica por mes. En nuestro caso tomamos la información de una hidroeléctrica de pasada, porque es la que generalmente se utiliza en los sistemas híbridos. En la tabla 3 tenemos el factor de planta de una planta hidroeléctrica de pasada, donde podemos destacar que para una hidroeléctrica de pasada el factor de planta es muy bajo para los meses de enero a abril. [5]



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
 Multidisciplinario
 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Tabla 3. Generación de una hidroeléctrica de Pasada

	MWh/mes	MW/día	Factor de Planta
Enero	1,461.3	1.96	0.10
Febrero	856.0	1.27	0.06
Marzo	859.2	1.15	0.06
Abril	722.7	1.00	0.05
Mayo	7,447.4	10.01	0.50
Junio	9,000.6	12.50	0.63
Julio	3,057.0	4.11	0.21
Agosto	5,687.6	7.64	0.38
Septiembre	11,162.7	15.50	0.78
Octubre	11,631.2	15.63	0.78
Noviembre	9,439.9	13.11	0.66
Diciembre	6,476.0	8.70	0.44

Es recomendable que durante los meses de la estación seca de enero abril, se utilice el sistema fotovoltaico, aprovechante este recurso energético. Teniendo la planta hidroeléctrica fuera de línea durante este tiempo, se puede realizar un programa de mantenimiento en la misma. Para el periodo de la estación lluviosa el factor de planta se normaliza teniendo en línea la hidroeléctrica.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Conclusiones

En este artículo damos un marco introductorio para el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica con sistemas híbridos renovables. Podemos trabajar en proyectos para sistemas aislados de la red de transmisión y también dentro de la red, lo que conocemos como generación distribuida.

La generación híbrida tiene la ventaja de mantener el suministro energético en el caso que uno de los sistemas de generación eléctrica no pueda suplir la demanda energética. En el caso de un sistema fotovoltaico hidroeléctrico se aprovecha la complementariedad energética.

Es importante involucrar a los habitantes de la comunidad con la mano de obra y la necesidad de que ellos mismos cuiden el proyecto, porque se beneficia de este y tienen mejor calidad de vida.

Algunas áreas pueden convertirse en centro turístico debido a que al contar con el suministro de energía eléctrica, facilita la construcción de cabañas que al final puedan tener las comodidades para los visitantes.

Algunos parámetros de los sistemas de generación de energía están directamente relacionados con su competitividad económica, como por ejemplo la implementación, mantenimiento y operación, tiempo de vida útil de sus principales componentes.

Referencias

[1] Proyecto ARECA, Análisis del Mercado Eléctrico Panameño, 2010



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

- [2] R. Pérez, A. Pérez, J. Martínez, Optimización de Sistemas Híbridos de Energía para la Electrificación Rural de Comunidades Indígenas en México, Universidad Politécnica de Chiapas.
- [3] D. Delgado, Generación Eléctrica Mediante un Sistema Híbrido Hidráulico Fotovoltaico Aislado de la Red para una Pequeña Población Rural. Universidad Politécnica de Cataluña.
- [4] NASA, <https://eosweb.larc.nasa.gov>
- [5] C. Ponce, J. Trujillo, Anteproyecto de un Sistema de Electrificación Rural con una Microred Eléctrica de Generación Híbrida: Solar Fotovoltaica e Hidráulica. Escuela Politécnica Nacional de Ecuador, 2009.