

DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL CENTRO DE SALUD DEL CORREGIMIENTO DE TAGACHÍ, QUIBDÓ

SIZING OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR THE PROVISION OF ELECTRIC ENERGY TO THE HEALTH CENTER OF THE LOCALITY OF TAGACHÍ, QUIBDÓ

ECCEHOMO QUEJADA VÉLEZ¹, WILLIAM MURILLO LÓPEZ², EDISON BANGUERO PALACIOS³

RESUMEN

Se presenta una propuesta para la solución del problema de electrificación en un Centro de Salud rural en el departamento del Chocó, Colombia. Para el proyecto se escogió el Centro de Salud del corregimiento de Tagachí (6.22° N, 76.73 W), del municipio de Quibdó; el sistema tendrá una potencia de 1265 W, para atender una demanda de 807 W. En esta región, donde abundan las precipitaciones y suele haber importante nubosidad, por las particularidades de la geografía y las consecuentes implicaciones económicas para resolver el problema de suministro de energía eléctrica, surge como una oportuna y firme solución el aprovechamiento de la energía solar.

Palabras clave: Energía solar; Electrificación rural; Chocó; Sistema fotovoltaico; Generación eléctrica.

ABSTRACT

A proposal for the solution of the problem of electrification in a center of rural health in the department of Chocó (Colombia) is presented here. For the project we chose the center of health of the town of Tagachí (6.22° N, 76, 73 W), of the municipality of Quibdó, the system will have a power of 1265 W, to take care of a demand of 807 W. In this region, with high levels of precipitations and clouds, the use of solar energy seems to be one of the most suitable solutions to the problem of lack of electrical energy provision, due to the particularities and special geographical conditions of the area and the economical implications.

Keywords: Solar energy; Rural electrification; Chocó; Photovoltaic system; Electrical generation.

INTRODUCCIÓN

Sobre el río Atrato, principal arteria fluvial del departamento del Chocó, en el km 394 de la desembocadura, está situado el corregimiento de Tagachí; este, como muchas de las comunidades rurales de

esta región, carece de una solución conveniente y definitiva para el suministro de energía eléctrica.

Para la generación eléctrica en estos territorios han venido siendo utilizados motores de combustión a base de derivados del petróleo con cuestionables resultados, debido, a la falta de continuidad y poca confiabilidad en la regularidad del suministro ocasionada en gran parte a los altos costos de los combustibles que en estos lugares tienen un importante incremento en el precio final, sin olvidar los molestos ruidos y la contaminación producida con este tipo de tecnología a la que los rurales deben resignarse a falta de otras opciones.

1. Ingeniero Civil, Joven Investigador, Universidad Tecnológica del Chocó, D.L.C., Chocó, Colombia.
e-mail: eqvelez@gmail.com
2. M.Sc. Física. Docente-Investigador. Universidad Tecnológica del Chocó, D.L.C., Chocó, Colombia.
e-mail: wmlopez@hotmail.com
3. Joven-Investigador. Universidad Tecnológica del Chocó, D.L.C., Chocó, Colombia.
e-mail: yasedo@hotmail.com

Fecha de recibido: enero 30, 2007

Fecha de aprobación: septiembre 30, 2007

En Tagachí la situación es tal, que recientemente han

pasado períodos mayores a un año sin que se les suministre energía eléctrica, produciendo el empeoramiento en la prestación de los ya deficientes servicios como el de salud, donde el Centro de Salud existente en esta comunidad ni siquiera se puede considerar como de nivel uno. Para agravar el asunto, el recurso humano idóneo no le es atractivo laborar en estos lugares de precarias condiciones de vida. Para tratar de entender esta necesidad basta con imaginar el escenario de una urgencia médica atendida con velas, sin los profesionales competentes, sin telecomunicación y sin ninguna otra vía de comunicación que el río Atrato, y con el principal centro urbano a unas 6 horas de navegación.

Las comunidades rurales aisladas tienen usualmente las siguientes alternativas para la generación de electricidad:

- *Grupo electrógenos (diesel)*, con los inconvenientes ya mencionados
- *Centrales microhidráulicas* que requieren la existencia de un curso de agua con un caudal y desnivel adecuados, con un buen acceso tanto en el período de construcción como de operación, cercanía a los centros de consumo, frecuencia de mantenimiento y vigilancia constante.
- *Sistemas eólicos*, necesidad de una velocidad de viento dentro de unos márgenes de utilización, mantenimiento frecuente debido a las partes móviles, menos rentables para potencias pequeñas; en sistemas autónomos presentan problemas por falta de ajuste a la demanda y producen mucho ruido.
- *Sistemas fotovoltaicos*, principalmente alto costo inicial y lo nuevo de esta tecnología. Ingeniería sin fronteras, ISF (1999).

El desarrollo económico y social de la nación demanda entre otras, dar respuesta a situaciones como abandono del campo, acceso de sectores menos favorecidos a formas comerciales de energía, mientras contri-

buye con la disminución de la pobreza, mejoran las condiciones de desarrollo de la población, menor impacto ambiental y destaca la necesidad de sistemas modulares y flexibles, que se adecuen fácilmente a la geografía nacional y a sus condiciones de conflictividad. COLCIENCIAS. (2005).

En el medio rural en este sentido los sistemas fotovoltaicos resultan ser una opción bastante apropiada que posee además la gran ventaja de alto rendimiento y sencillez en el emplazamiento o instalación de estos sistemas, que comparándola con el tiempo y alto costo requeridos para la concepción, estudios, diseños y construcción de un proyecto hidroeléctrico la convierte en una alternativa de solución a corto plazo con la que se puede atender necesidades puntuales como el caso que nos ocupa, sin significar que constituya una solución de transición, posibilidad que vale la pena estudiar.

La electrificación en centros de salud rurales mediante sistemas fotovoltaicos actualmente se emplea en diversos lugares del mundo, en comunidades aisladas del África, Centro América, Sur América, entre otros. En el Chocó esta tecnología se utiliza de manera creciente por el Programa de Telecomunicaciones Compartel.

No es únicamente la salud, también la educación, telecomunicaciones entre otras, las afectaciones relacionadas con la carencia de energía eléctrica en comunidades rurales del mundo, que son necesidades primarias de personas, que pueden y deben ser atendidas sin esperar a que se den las grandes soluciones, mediante tecnologías como los sistemas fotovoltaicos. Por tanto, se presenta una propuesta para atender la necesidad de energía eléctrica del Centro de Salud del corregimiento de Tagachí mediante el aprovechamiento de la energía solar a través de sistemas fotovoltaicos, que contribuyan al mejoramiento en la atención de la salud y la calidad de vida de sus habitantes.

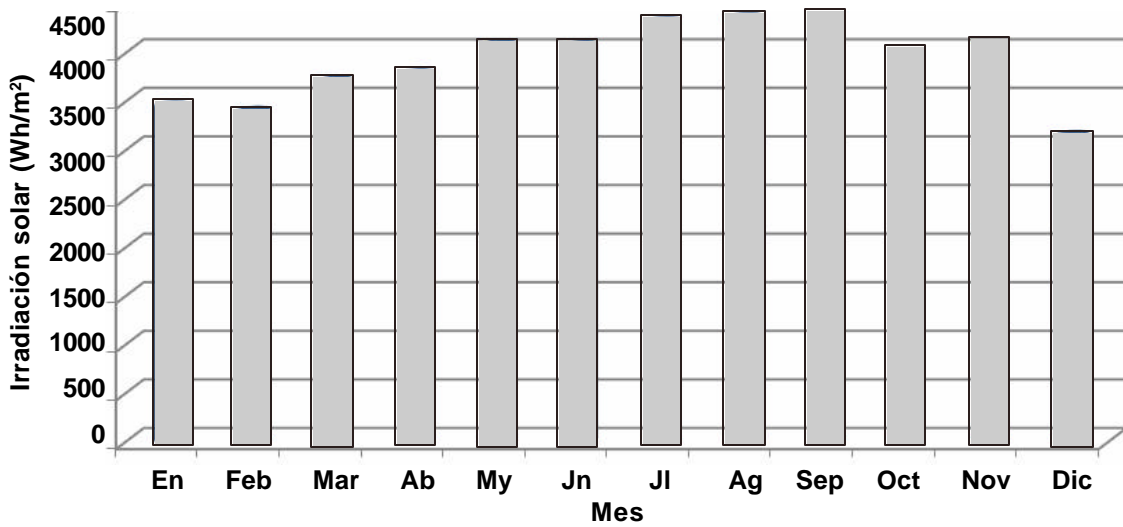


Figura 1. Promedio mensual multianual de irradiación global, 1998-2005

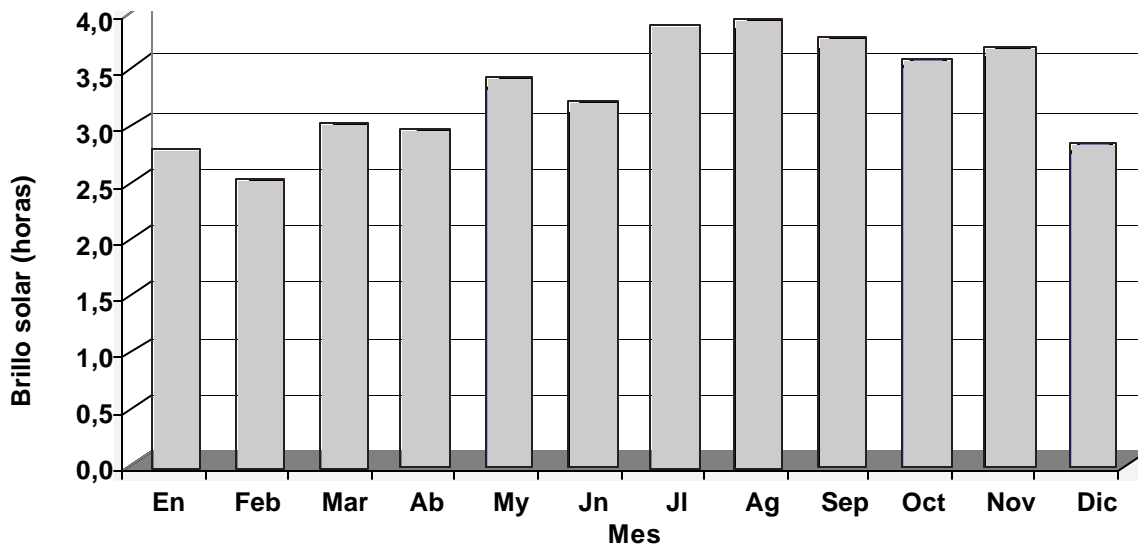


Figura 2. Promedio mensual multianual del brillo solar, 1998-2005

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se utilizó el método del mes peor, de validez general y ampliamente utilizado, como lo describe Ingeniería sin Fronteras (1999) y la metodología propuesta por el Centro de Estudios de la Energía Solar (CENSOLAR); la información de radiación se tomó de la Estación Radiométrica y Meteorológica de la Universidad Tecnológica del Chocó, Quibdó, Colombia.

Energía solar disponible. Se obtuvieron los si-

guientes promedios de radiación e insolación en el período entre 1998 y 2005 (Figuras 1 y 2).

Descripción de la edificación. El Centro de Salud de Tagachí, está construido en concreto reforzado y cuenta con hall, farmacia, recepción, dos consultorios, laboratorio (consultorio auxiliar), sala de parto, cuatro áreas de baño y un patio (Figura 3).

Energía que se va a consumir. En las Tablas 1 y 2 muestran la energía consumida por los aparatos DC y AC en el Centro de Salud. El sistema deberá

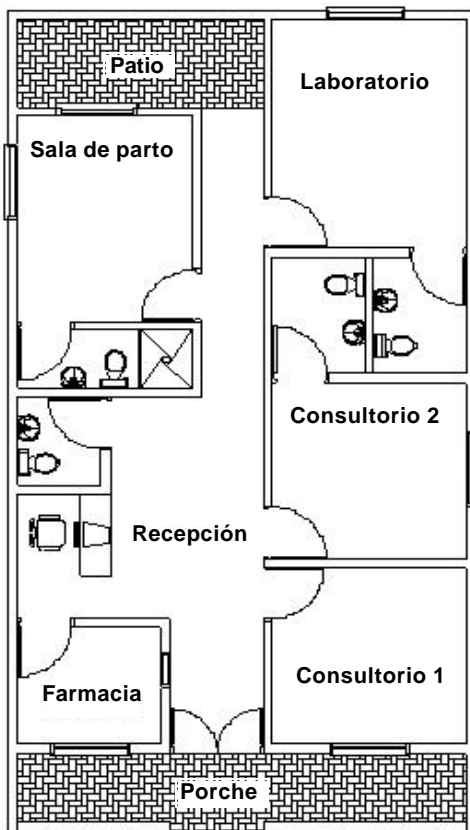


Figura 3. Planta física Centro de Salud Tagachí

suministrar entonces un total de energía de 2020 Wh/día.

$$E_{\text{TOTAL}} = 1266 + 753 = 2019 \text{ Wh/día}$$

Fijación del mes peor. En la Tabla 3 se muestra el proceso y resultados de la determinación del mes peor, los paneles estarán orientados con acimut $\alpha=0^\circ$, inclinación $\beta=15^\circ$, además, para la reflectividad del suelo se tomó $p=0.2$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis mostró a diciembre como el mes de peor radiación, necesitando una corriente mayor al resto del año y con esta base se realizó el dimensionamiento.

De esta manera para el abastecimiento de las necesidades energéticas del Centro de Salud de Tagachí,

se estimó 11 paneles de 115 Wp conectados en paralelo, una capacidad nominal para el acumulador de 1393.45 Ah (12 baterías estacionarias de 120 Ah, plomo-ácido), un regulador serie capaz de disipar una intensidad máxima 89.76 A. Empleando la metodología de CENSOLAR, se obtuvo 6 paneles de 115 Wp, inferior al obtenido con el método del mes de peor radiación; el acumulador es el mismo.

Una de las desventajas de los sistemas fotovoltaicos es la variabilidad de las condiciones atmosféricas. La situación de nubosidad característica de la región, la sitúa entre las zonas con más bajo promedio de radiación solar de Colombia; aun así, se cuenta con buen potencial para el aprovechamiento de la energía solar como lo confirman los mapas de radiación solar estimados por el IDEAM y el UPME con valores promedios diarios multianuales de 3.5-4.0 kWh/m² inclusive con zonas entre los 4.0-4.5 kWh/m², además, el promedio multianual del mes de peor radiación, estimado con mediciones directas en la Estación Radiométrica y Meteorológica de la UTCH para la ciudad de Quibdó supera los 3.1 kWh/m².

El trabajo presentado permitió diseñar el sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica al Centro de Salud de Tagachí, con el cual se atendería convenientemente sus necesidades eléctricas. Por la situación de accesibilidad es necesario potenciar este centro por lo menos a nivel uno y poder atender las necesidades de salud no sólo de Tagachí, sino, también las comunidades aledañas en esta zona del río Atrato, esto implicó una mayor demanda energética para el diseño, que se podría reducir si se considerasen los equipos más básicos.

En ausencia de soluciones energéticas en el mediano plazo en comunidades rurales, es razonable que se tengan en cuenta alternativas como la fotovoltaica, cuando hayan condiciones para el aprovechamiento, más aún para atender necesidades prioritarias

Tabla 1
Energía consumida por equipos DC

Descripción del equipo	Número de equipos	Potencia nominal (W)	Horas-día (H)	Energía consumida (Wh/día)
Frigorífico para vacunas				
200 l a 12 V	1		24	940
Radio-casete	1	30	2	60
Punto de luz (consultorio)	4	20	2	160
Punto de luz (recepción)	1	20	3	60
Punto de luz (farmacia)	1	15	2	30
Punto de luz (baño)	4	8	0.5	16
			E_{TOTAL} DC	1266

Tabla 2
Energía consumida por equipos AC

Descripción del equipo	Número de equipos	Potencia nominal (W)	Horas-día (H)	Energía consumida (Wh/día)
Computador con impresora	1	160	3	480
Televisor a color 20"	1	60	3	180
Bomba, Q=35 l/min. para 1000 l	1	370	0.25	92.5
			E_{TOTAL} AC	752.5

Tabla 3
Elección del mes peor

	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
Inclinación alfa	15											
Factor A	0.986											
G _{dm} (0) (Kwh/m ² x día)	3.44	3.38	3.70	3.77	4.07	4.06	4.30	4.35	4.42	3.95	4.05	3.13
Factor B	0.0198	0.0117	0.0025	-0.007	-0.014	-0.018	-0.016	-0.01	-9E-04	0.0087	0.0178	0.0227
(G _{dm} (0)) ²	11.81	11.45	13.67	14.21	16.54	16.46	18.53	18.89	19.50	15.62	16.40	9.80
G _{dm} (β) (Kwh/m ² x día)	3.62	3.47	3.68	3.62	3.78	3.70	3.94	4.10	4.34	4.03	4.28	3.31
E total (DC) (Wh/día)	1266	1266	1266	1266	1266	1266	1266	1266	1266	1266	1266	1266
E total (AC) (Wh/día)	1075.00	1075.00	1075.00	1075.00	1075.00	1075.00	1075.00	1075.00	1075.00	1075.00	1075.00	1075.00
E total	2341.00	2341.00	2341.00	2341.00	2341.00	2341.00	2341.00	2341.00	2341.00	2341.00	2341.00	2341.00
Im	53.86	56.22	53.01	53.84	51.65	52.70	49.49	47.55	44.99	48.37	45.53	58.95
Im (mes peor) (A) =	58.95	Para el mes de diciembre					E total (mes peor)			2341.00		
Im max (A) =	70.73											

como la salud, educación y telecomunicaciones, que por la prontitud para el estudio, diseño e instalación de este tipo de sistemas se convierte en una solución de corto plazo o porque no, de transición, teniendo en cuenta las condiciones hidrogeográficas y realidades del país.

La utilización de varios métodos para el dimensionamiento más allá de las posibles diferencias en cuanto a resultados, propias de lo estocástico del clima, posibilita contar con más elementos para las decisiones finales y adoptar resultados económicamente factibles, lo cual invita al país y al mundo a apropiarse y fomentar la investigación en este tipo de tecnología para alcanzar mayores eficiencias en la generación eléctrica, todavía baja, que dé lugar a importantes beneficios económicos y ambientales, ampliando las posibilidades de aplicación de sistemas fotovoltaicos, más aun en las áreas rurales.

LITERATURA CITADA

- Centro de Estudios de la Energía Solar (CENSOLAR).** 2001. *La energía solar, aplicaciones prácticas*. 4th ed. Sevilla: PROGENSA.
- Ingeniería sin fronteras (ISF).** 1999. *Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo*. Madrid: IEPALA.
- Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (COLCIENCIAS).** 2005. *Plan estratégico programa nacional de investigaciones en energía y minería*. Bogotá: COLCIENCIAS.
- Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL).** 1998. *En: Jiménez, A.C., Olson, K. (eds.). Energía renovable para centros de salud rurales*. URL disponible en <http://www.nrel.gov>
- Ministerio de Minas y Energía (UPME), & Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).** (2005). *Atlas de radiación solar de Colombia*. Bogotá: UPME/IDEAM.