

“Generación Solar Fotovoltaica, en la Provincia de Morona Santiago, como un Mecanismo de Desarrollo Limpio”

A. Sánchez

Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.

Resumen - El propósito del estudio es evitar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con la instalación de 2.500 sistemas solares fotovoltaicos de 150Wp cada uno, en comunidades Shuar, localizadas en la selva ecuatoriana, pertenecientes a la provincia de Morona Santiago, cuya área de concesión es la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., como un mecanismo de desarrollo limpio (MDL). Evitar la quema de combustibles fósiles, reemplazando sus usos básicos con la generación de 1462,5 KWh/día con energía solar fotovoltaica. Contribuyendo de esta manera a mejorar la calidad de vida de 2.500 familias en la provincia de Morona Santiago, con la instalación de sistemas solares fotovoltaicos domiciliarios, además cuantificar la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), al realizar cambios en la matriz energética. Conclusiones principales: Las energías renovables han evolucionado, pudiendo tener un rol mayor en las comunidades aisladas, ya que los costos de operación son relativamente bajos. Estudios energéticos, advierten que se deben tener cambios en la matriz energética, para obtener reducciones de emisiones que permitan estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) a un nivel manejable.

Palabras clave - Energías renovables, Generación solar fotovoltaica, Mecanismo de desarrollo limpio -MDL, Gases de efecto invernadero -GEI, Cambio climático, Certificado de emisiones reducidas – CER.

1. INTRODUCCIÓN

La ejecución del proyecto evitará las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en aproximadamente 13.000 toneladas de CO₂, con la instalación de 2.500 sistemas solares fotovoltaicos de 150Wp cada uno, en comunidades Shuar, localizadas en la selva ecuatoriana, pertenecientes a la provincia de Morona Santiago, cuya área de concesión es la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. De esta manera se evitará la quema de 150 galones de combustible diario, reemplazando sus usos básicos con la generación de 1.462KWh, con energía solar

fotovoltaica. Contribuyendo además a mejorar la calidad de vida de las 2.500 familias beneficiarias del proyecto, con la instalación de sistemas solares fotovoltaicos domiciliarios.

2. ESCENARIO ENERGÉTICO

La energía es la capacidad de realizar trabajo, y el no disponer de ella supondría realizar las tareas como nuestros antepasados, y como desgraciadamente se sigue realizando en una gran parte de la Amazonía ecuatoriana: con la fuerza muscular, la propia o la de los animales de carga, lo que es sinónimo de pobreza según los estándares del siglo XXI. [1]

Nuestras necesidades energéticas las cubrimos con las fuentes primarias que transformamos en energía final que es la que consumimos: electricidad, combustibles para el transporte, para la calefacción, etc.

Dentro de estas formas de energía final, la electricidad es la que más fácil y rápidamente transportamos, y con la que hemos logrado que cualquier tipo de trabajo pueda ser efectuado con ayuda de un motor eléctrico.

Pero hay en el mundo dos mil millones de personas que no tienen electricidad lo cual, no sólo les impide tener comodidades o alcanzar altas productividades en el trabajo, sino que la ausencia de energía eléctrica les niega el agua potable y la salud.

Así pues, en la actual escena energética mundial, además del reto medioambiental para que la energía sea respetuosa con nuestro entorno que aconseja el principio de precaución, tenemos por delante un reto de solidaridad, de conseguir una energía eléctrica que sea utilizable y disponible por todos, en cualquier parte del mundo, reto que para millones de personas en nuestro planeta es vital que se alcance lo antes posible.

3. MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO

El Decreto Ejecutivo No. 1815, dispone como “Política de Estado la adaptación y mitigación al

cambio climático” [2], por lo que las acciones que contribuyan a contrarrestar el impacto negativo al ambiente son prioritarias. El Ecuador participa en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), ratificado en el Protocolo de Kyoto, que contribuye al desarrollo sostenible del país. [3]

El Factor de Emisión para el sistema eléctrico es un dato fundamental para la estimación de reducción de gases de efecto invernadero, permitiendo transformar un valor de energía generada o ahorro energético en toneladas equivalentes de CO₂, las cuales a su vez determinarán el número de Certificados de Emisiones Reducidas (CERs) a ser negociados.

Los CERs son estímulos para los países que bajan la cantidad de CO₂ que se mide en toneladas. Un CER equivale a una tonelada de CO₂ que se deja de emitir a la atmósfera, y puede ser vendido en el mercado de carbono, de aquí la importancia de los tipos de proyectos que pueden aplicar a una certificación que pueden ser: generación de energía renovable, mejoramiento de eficiencia energética de procesos, forestación, limpieza de lagos y ríos, entre otros.

Dentro de los combustibles fósiles el carbón es el que genera relativamente más dióxido de carbono, seguido por el petróleo y luego por el gas natural. Las partes por millón (ppm) de CO₂ se han incrementado de 280 ppm desde 1900 a 386,80 ppm, medido el 07 de octubre del 2010 por Mauna Loa Observatory [4], el límite máximo aceptable es 350 ppm.

Línea base de emisiones

Para el cálculo de la línea base de emisiones, se desarrolló un estudio de consumo de combustibles, determinando que el consumo es gasolina extra (nafta), en cantidad de un galón y medio por comunidad diario, usado para iluminación y generadores de electricidad. Con este análisis se determina el total de emisiones de CO₂ en la tabla 2.

Tabla 1: Factores de emisión derivados del petróleo

Combustible	Densidad (ton/m ³)	Valor calorífico neto (TJ/10 ³ ton)	TJ/Gal	t CO ₂ /TJ	Factor de emisión (t CO ₂ /gal)
Fuel oil	0.96	39.8	0.000	75.5	0.011
Diesel	0.88	41.4	0.000	72.6	0.010
Nafta	0.74	41.8	0.000	67.5	0.008

Tabla 2: Emisiones de CO₂ por consumo de combustible

Comunidades	Consumo diario Glns comb/comu	Consumo combustible Nafta (Glns)	Factor de emisión (t CO ₂ /gal)	Total de emisiones (t CO ₂)	fe
100	1.5	150	0.008	1.186	3.161
87	1.5	130.5	0.010	1.307	3.484

El proyecto de energía solar fotovoltaico, tiene una vida útil de 30 años, tiempo para el cual calculamos las emisiones de CO₂ que se dejarían de emitir a la atmósfera, y los valores que generarían por la venta de certificados de carbono (1 CER = 1 tCO₂).

Tabla 3: Valores recuperables por venta de certificados de CO₂

Total de emisiones (t CO ₂) diario	Duración proyecto 30 años	Emisiones (tCO ₂) 30 años	Costo de cada CERs (USD)	Total (USD)
1.186	10950	12981.28	\$ 20.00	\$ 259,625.56

4. GENERACIÓN DE ENERGIA ELÉCTRICA A PARTIR DEL SOL

Se basa en el fenómeno físico “efecto fotovoltaico”, que consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de células fotovoltaicas. Estas células están elaboradas a base de silicio puro (componente principal de la arena) con adición de impurezas de elementos químicos (boro y fósforo), y son capaces de generar cada una corriente de 2 a 4 amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 Voltios, utilizando como fuente la radiación luminosa. Las células se montan en serie sobre paneles solares para conseguir un voltaje adecuado.

4.1. Sistema Fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico es un dispositivo que, a partir de la insolación, produce energía eléctrica en condiciones de ser aprovechada por el hombre. El sistema consta de los siguientes elementos:

- Un generador solar, compuesto por un conjunto de paneles fotovoltaicos, que captan la insolación luminosa procedente del sol y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 ó 24 V).
- Un acumulador, que almacena la energía producida por el generador y permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz o días nublados.
- Un regulador de carga, cuya misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, que le produciría daños irreversibles; y asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia.
- Un inversor (opcional), que transforma la corriente continua de 12 V almacenada en el acumulador, en corriente alterna de 120 V.

4.2. Sistema solar fotovoltaico para Morona Santiago.

Dentro de los análisis realizados y visitas a las comunidades que no poseen servicio de energía

eléctrica, se ha identificado que sus requerimientos energéticos son básicos, ya que en su mayoría poseen radio, y linterna a pilas, además utilizan madera (copal), mecheros, o velas para iluminación. Casos muy aislados utilizan generadores a diesel.

El cálculo de los sistemas de generación solar fotovoltaica en la zona se efectuó con las siguientes cargas:

Tabla 4: Demanda de una vivienda

Descripción	Cantidad (#)	Potencia (W)	Tiempo de uso (h/día)	Energía (Wh/día)
Luminarias	3	11	4	132
Radio	1	20	2	40
TV/DVD	1	70	2	140
Cargador	1	10	1	10

Con estos datos se puede determinar los valores requeridos para un sistema fotovoltaico a instalar en cada vivienda.

El generador solar fotovoltaico viene dado por su potencia pico que puede entregar: (1)

$$Potencia\ panel = \frac{Energía}{Horas\ sol * eficiencia\ sistema} \quad (1)$$

$$Energía = \frac{Consumo\ diario\ previsto}{Rendimiento\ global} \quad (2)$$

Según datos del CONELEC, las horas de sol promedio en Macas-Morona Santiago son de 3,9 HSP.

El rendimiento de generación global es 0,8 y la eficiencia del sistema es 0,7 [5], por lo que la potencia del panel a instalar es: (3)

$$Potencia\ panel = \frac{402,5[Wh/día]}{3,9[h/día] * 0,7} = 147,44[W] \quad (3)$$

El sistema de acumulación está dado en función de los siguientes parámetros: (4)

$$Capacidad\ acumulador = \frac{Energía * días\ autonomía}{Voltaje * profundidad\ descargar} \quad (4)$$

En sistemas residenciales se considera 3 días como autonomía del sistema, la profundidad de descarga 0,7 para acumuladores estacionarios y el voltaje del sistema en nuestro caso 12V: (5)

$$Capacidad\ acumulador = \frac{402,5[Wh/día] * 3[día]}{12[V] * 0,7} = 143,75[Ah] \quad (5)$$

El regulador de carga quedará determinado por la potencia máxima del generador fotovoltaico: (6)

$$Intensidad\ panel = \frac{Energía}{Voltaje * Horas\ de\ sol} \quad (6)$$

$$I_{max}\ regulador > 1,10 * Intensidad\ panel \quad (7)$$

$$I_{max}\ regulador > 9,46[A] \quad (8)$$

Para los sistemas residenciales fotovoltaicos aislados, se considera un inversor de 12 VDC a 120 VAC, para los equipos que funcionan con corriente alterna, considerando un factor de simultaneidad 1, y una eficiencia del 80% nos da un valor de 120W. Se usará únicamente cuando se requiera, ya que los circuitos de iluminación son a 12 VDC, para evitar pérdidas.

La capacidad de los componentes del sistema fotovoltaico se ha determinado de acuerdo al cálculo previo y analizando los existentes en el mercado.

Considerando la Regulación 008-08 del CONELEC, “el monto solicitado de fondos FERUM, sea máximo los siguientes valores por vivienda. Generación fotovoltaica tipo I: 3200 USD.”[6]. Estos proyectos están calificados dentro de los valores y su ejecución está en marcha.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Este proyecto beneficiará a 2500 familias ubicadas en zonas aisladas de la red eléctrica, siendo un gran aporte la generación fotovoltaica para sus labores diarias.
- Se evitarán la quema de aproximadamente 13.000 toneladas de CO₂ a lo largo de ejecución del proyecto que se prevé una duración de 30 años.
- Al ser proyectos de un elevado valor inicial, serán financiados por el gobierno central a través del programa FERUM, pudiendo las familias de escasos recursos económicos acceder al servicio de energía eléctrica no convencional.

AGRADECIMIENTOS

A la Empresa Eléctrica Centro Sur C.A. por darme la oportunidad de laborar en el área de energías renovables y poder estar en contacto con las comunidades beneficiadas del proyecto denominado “Yantsa Li Etsari” (Luz de Nuestro Sol).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Informe ASIF octubre del 2004, página 3.
- [2] Decreto Ejecutivo N° 1815, artículo N° 1, Ecuador, 1 de Julio del 2009.
- [3] www.conelec.gob.ec.
- [4] <http://co2now.org/>
- [5] Ayuntamiento de Rubí. (2006). “Energía solar fotovoltaica”, página 119.
- [6] Regulación CONELEC-008/08. “Procedimientos para presentar, calificar y aprobar los proyectos FERUM”, página 5. Disponible (online) en: http://www.conelec.gob.ec/normativa_detalle.php



Ángel Antonio Sánchez Armijos.-

Nació en Loja, Ecuador en 1972. Recibió su título de Ingeniero Eléctrico de la Universidad de Cuenca en 2006; y de Licenciado en Informática de la Universidad de Loja en 2006; se encuentra cursando una Maestría en Energías Renovables en la ESPE, Quito. Su campo de trabajo está relacionado con el área de energías renovables en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur.