

Energía Solar en Zonas No Interconectadas: el caso de Paz de Ariporo

Alejandro Valencia Arias

Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, javalenca@unal.edu.co

Diana Arango Botero

Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, dmarangob@unal.edu.co

Juan Camilo Lobo Laverde

Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, jclobo@unal.edu.co

Laura Álvarez Tamayo

Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, lalvarezt@unal.edu.co

Aníbal Contreras Lobo

Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, ajcontre@unal.edu.co

Sandra García Aragón

Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, sygarciaa@unal.edu.co

Luisa Ruiz Echavarría

Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, lfr Ruiz@unal.edu.co

Cesar Augusto Vásquez

Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, cavasqueg@unal.edu.co

RESUMEN

La Energía Solar Fotovoltaica, la cual es una energía limpia y renovable, representa una buena alternativa para la generación de electricidad a pesar de sus enormes costos iniciales, como el precio de los paneles fotovoltaicos, los soportes y el transporte de dichos materiales. Dentro de las nuevas formas de aprovechamiento energético surge esta alternativa en reemplazo de los muy utilizados combustibles fósiles, a los que no les queda demasiada vida útil. Por tal motivo deben aprovecharse los recursos solares de un país tropical como Colombia para disminuir la dependencia a dichos combustibles, causantes de grandes emisiones de Dióxido de Carbono, daño del ecosistema y sometimiento a reservas limitadas. El objetivo de este trabajo es desarrollar una investigación exploratoria con el fin de evaluar la utilización de la energía solar en la generación de electricidad para las áreas rurales no interconectadas a la red nacional.

Palabras claves: Energía solar, paneles fotovoltaicos, zonas no interconectadas, fuentes alternativas de energía

ABSTRACT

Photovoltaic Solar Energy, which is a clean, renewable energy, represents a good alternative for electricity generation despite its huge initial costs, as the price of the photovoltaic panels, supports and transportation of such materials. Within new forms of energy use arises this alternative in replacement for fossil fuels widely used, which have no too much useful life. Therefore should take advantage of solar resources of a tropical country like Colombia to reduce such dependence of fuels, which cause large emissions of carbon dioxide, damage ecosystem and submission to limited reserves. The aim of this work is to develop an exploratory investigation to evaluate the use of solar energy in electricity generation for rural areas not connected to the national grid.

Keywords: Solar energy, photovoltaic panels, areas not interconnected, alternative sources of energy

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica para generación de electricidad interconectada a la red son reducidas; no obstante, a pesar de tener un desarrollo poco extendido, se presenta como una alternativa para este fin, gracias a la magnitud en la capacidad instalada que pueden alcanzar sus instalaciones (Isagen, 2008). Paradójicamente estas alternativas de energía traen consigo unos enormes costos iniciales, como el precio de los paneles fotovoltaicos, los soportes, los accesorios y el transporte de dichos materiales; razones por las cuales el gobierno es renuente a este tipo de alternativas. Este documento busca presentar, no sólo la rentabilidad de un proyecto de energía solar en una área rural del país, sino también demostrar las grandes implicaciones a nivel social y de desarrollo que beneficiarían a una región con el suministro de electricidad a través de una energía limpia y renovable. Sin embargo en un futuro cercano la combinación de innovación técnica, los incrementos en la eficiencia, las mejoras en el aprendizaje y las economías de escala, será lo que reduzca los costos de esta tecnología. Por tal motivo deben aprovecharse los recursos solares de un país tropical como Colombia para disminuir la dependencia a combustibles fósiles, causante de grandes emisiones de Dióxido de Carbono, daño del ecosistema y sometimiento a reservas limitadas.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La energía solar representa una proporción muy pequeña de utilización respecto a otras formas de energía, tanto renovable como no renovable. Esto es debido a la gran dependencia que tiene el planeta a los combustibles fósiles, a los que no les queda demasiada vida útil, conllevando a que se deban investigar nuevas formas de aprovechamiento energético. En cuanto al Sol, en un año se desperdicia más de 4000 veces la energía que se aprovecha y que llega a la superficie del planeta. Además, la energía solar es limpia y no contaminante a diferencia de otros tipos de energía (Moya et al, 2007). Colombia posee un sistema interconectado muy amplio, sin embargo, las zonas rurales poseen una gran deficiencia, principalmente en regiones del Chocó, Guajira, Amazonas y la Orinoquia debido a los altos costos que representa extender la red a zonas tan apartadas. Estas poblaciones poseen un nivel de vida inferior al promedio del país, debido a la falta de recursos para una correcta educación, alimentación, salud, entre otros servicios básicos con los que cuentan la mayoría de colombianos.

Es por esto que este trabajo tiene como objetivo principal desarrollar una investigación exploratoria con el fin de evaluar la utilización de la energía solar como opción para abastecer las necesidades de energía en áreas rurales donde aún la red de interconexión nacional no las abastece.

3. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Para contextualizar la importancia y el potencial que posee la energía solar es conveniente mencionar que en una sola hora, la Tierra recibe una cantidad de energía equivalente a la necesaria para suplir todas sus necesidades energéticas durante un año (Cadena, 2010).

Para poder aprovechar este recurso energético es necesario realizar algunas transformaciones a través de un sistema fotovoltaico, conformado por tres partes fundamentales: el generador fotovoltaico, el almacenamiento de energía y la instalación de transformación e interconexión de energía eléctrica.

El generador fotovoltaico es el encargado de recoger y transformar, por medio de un conjunto de módulos o paneles, la energía de la radiación solar. El Sistema de almacenamiento se encarga de garantizar energía cuando no es posible la generación por condiciones de radiación. Y la instalación de transformación, por medio del inversor, transforma la corriente continua que produce el generador en corriente alterna, adaptando los niveles de tensión y frecuencia a los de la red eléctrica (Rodríguez, 2009).

3.1 GENERADOR FOTOVOLTAICO: el Generador Fotovoltaico está compuesto por una agrupación de módulos o paneles fotovoltaicos interconectados que generan corriente continua al incidir sobre ellos la radiación solar. A su vez, los módulos están compuestos por una agrupación de células solares fotovoltaicas encapsuladas en un único bloque. El proceso de generación eléctrica está basado en el Efecto Fotovoltaico, cuando la luz incide sobre un material semiconductor, en este caso silicio (material de los generadores fotovoltaicos), el bombardeo de los fotones libera electrones de los átomos de silicio creando dos cargas libres, una positiva y otra negativa, cargas que alteran el equilibrio +/- en el cristal, provocando un flujo de electrones, corriente eléctrica (Bfisolat, 2010).

3.2 ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: la potencia disponible en un sistema fotovoltaico es impredecible; variando entre cero y la máxima instalada, independientemente de la demanda; por lo tanto es necesaria en la gran mayoría de casos una solución de almacenamiento de energía, siendo las baterías, los sistemas más populares.

3.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS BATERÍAS PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: una gran dificultad en generación fotovoltaica es el mantenimiento de las baterías, por lo que se debe procurar que éstas cumplan con las siguientes características: 1) Bajo costo por kWh y larga vida útil, 2) Alto porcentaje de eficiencia, 3) Bajo porcentaje de auto descarga, 4) Costos de mantenimiento reducidos, 5) Instalación y operación sencilla, 6) Alta capacidad de almacenamiento. La conexión con los paneles no requiere ser especial, se hace directa, dado que los generadores fotovoltaicos producen corriente continua (DC) y las baterías necesitan el mismo tipo de corriente para ser cargados.

3.4 CONTROLADOR O REGULADOR DE CARGA: la función principal de este equipo electrónico es hacer entrar en operación a las baterías dentro de los límites recomendados por el fabricante con respecto a sobrecarga o descarga profunda. Además, tiene la capacidad de ejecutar funciones de mantenimiento como equalización de la carga o monitoreo de índices de gasificación y otros parámetros.

3.5 INVERSORES: como ya se ha expuesto previamente, los generadores fotovoltaicos entregan una señal de voltaje y corriente continua (DC). Sin embargo, la mayoría de aparatos eléctricos y electrónicos domésticos están diseñados para operar con un voltaje de entrada de tipo alterno (AC) y no pueden ser conectados directamente a un sistema fotovoltaico. De ahí la necesidad de instalar equipos de acondicionamiento de señal, comúnmente llamados “inversores” debido a que invierten la polaridad del voltaje de la fuente periódicamente, en intervalos iguales.

4. ESTUDIO DE MERCADOS

Se tiene que la demanda de enero del 2010 se ubicó entre el escenario medio y alto, debido a las exigencias del mercado nacional y de países importadores como Ecuador, Venezuela y Brasil. En enero del 2010 la demanda no atendida fue de 2.4 GWh, de la cual el 73,3% correspondió a causas no programadas. Las áreas operativas más afectadas por demanda atendida fueron Córdoba/Sucre (15,9%), Caldas/Quindío/Risaralda (11%) y Cauca/Nariño (6,9%) (XM, 2010).

El mercado de generación de energía solar fotovoltaica no es un campo desarrollado en el país, puesto que se tienen registros de pequeños proyectos en diferentes zonas, pero ninguno abarca gran magnitud. Dichos proyectos sólo buscan suplir necesidades concretas en lugares específicos, pero, no se debe pasar por alto la cantidad de empresas que suplen la necesidad energética en todo el país, las cuales son grandes, con mucha experiencia y abarcan gran cantidad de regiones.

El costo de generación de energía mediante paneles solares es todavía alto; fluctúa entre US\$0,15 – 0,20 por kWh. Dado que en la mayoría de regiones del mundo el precio de generación convencional fluctúa entre 3 y 13 centavos, estos sistemas no pueden competir directamente en costos con la energía proveniente de las distribuidoras, excepto en mercados remotos donde éstas no tienen redes instaladas y los costos de las líneas de transmisión no serían amortizables. Gracias a la intensiva investigación e inversión en mejoramiento de tecnología que se está elaborando en este campo, se espera que los costos de producción por kWh se reduzcan hasta el rango de US\$0.12 – 0.15 por kWh o menos en los próximos 20 años (Cadena, 2009).

Además, se pueden mencionar varias causas para la existencia de este gran interés en la energía solar fotovoltaica: precios crecientes de la energía, toma de conciencia de los riesgos del cambio climático, incrementos en los subsidios a centrales fotovoltaicas por parte de los gobiernos, compromisos internacionales y legislaciones internas para mitigar la emisión de gases nocivos. Para fines del año 2012, se podría alcanzar una capacidad instalada de 44GW, el equivalente a 44 reactores nucleares típicos. Por tal razón, la energía solar fotovoltaica va camino a convertirse en una de las más importantes fuentes de electricidad en todo el planeta (Cadena, 2009).

5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La localización de los proyectos de energía solar puede determinar el éxito o el fracaso de los mismos, ya que es uno de los riesgos industriales en los que se incurre antes de operar. En la etapa de planificación estos riesgos son mínimos pero pueden ser graves y causar grandes pérdidas en la etapa de operación; por esta razón elegir la localización y distribución industrial será un proceso que tendrá en cuenta no sólo factores económicos, sino también factores sociales, técnicos y legales, donde el objetivo final será maximizar la rentabilidad del proyecto. Cabe anotar que para la implementación de un proyecto de energías renovables se debe contemplar parámetros edafoclimáticos para lograr resultados óptimos en cuanto a producción y rentabilidad, como son: disponibilidad del recurso (radiación solar), condiciones climáticas, brillo solar, índice de UV y humedad relativa.

5.1 CRITERIO DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN: conociendo el alto riesgo a largo plazo en el que se incurre, se comenzó realizando un análisis de cada una de las características climáticas de la geografía colombiana buscando el departamento, zona o región que cuente con las condiciones idóneas para este tipo de proyectos. En este caso se definió el Casanare como el departamento más indicado. A continuación se presentan algunos de los parámetros que se tuvieron en cuenta para la definición de la macro-localización.

El Departamento del Casanare está situado en el oriente del país, en la región de la Orinoquía, con una radiación solar entre 4.5 kw hd y 5 kw hd, localizado entre los 04°17'25" y 06°20'45' de latitud norte y los 69°50'22" y 73°04'33" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 44.640 km² lo que representa el 3.91 % del territorio nacional.

5.2 ALTERNATIVAS DE MICRO LOCALIZACIÓN: las siguientes alternativas se escogieron según los parámetros descritos anteriormente, principalmente por la zona con mejor radiación solar: Aguazul, Chameza, Paz de Ariporo, Tamara y Villanueva. Por medio del método cuantitativo de factores ponderados, considerando como factores relevantes el costo de tierra, vías de transporte disponibles, mano de obra disponible, servicios públicos (disponibilidad y costos), parámetros edafoclimáticos y agronómicos, se concluyó que la mejor alternativa era el municipio de Paz de Ariporo.

6. PROCESO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Para esto se debe tener presente que la luz solar incide sobre la superficie del arreglo fotovoltaico, donde gracias al efecto fotoeléctrico del material de las celdas, es convertida en energía eléctrica de corriente directa. Después, esta energía es recogida en una sola línea y conducida hasta un controlador/regulador de carga con la función de enviarla hasta el banco de baterías en donde es almacenada. La energía almacenada abastece las cargas durante la noche, días de baja insolación, o cuando el arreglo fotovoltaico sea incapaz de satisfacer la demanda por sí solo. Como las cargas a alimentar son de corriente alterna, la energía proveniente del arreglo y de las baterías, limitadas por el controlador, es enviada a un inversor de corriente, en donde es convertida a corriente alterna. (Conermex, 2011). Esto se puede entender mejor con ayuda del siguiente diagrama:

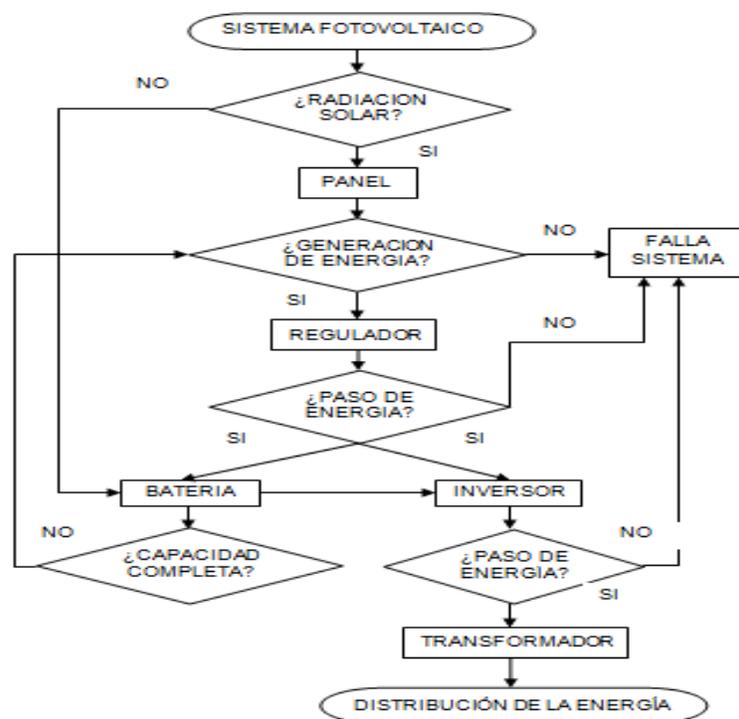


Figura 1. Explicación del funcionamiento de un sistema fotovoltaico.

Teniendo en cuenta el consumo promedio de electricidad que tiene un municipio de similares características poblacionales y tecnológicas que Paz de Ariporo, se estimó una demanda de energía de casi 4 MWh. A partir de este dato se procedió a realizar el cálculo del número de componentes y arreglos de estos según las especificaciones promedios de los componentes que se encuentran en el mercado (Rodríguez, 2009).

El sistema que va desde la planta de generación hasta su entrega final, es denominado sistema de potencia, el cual se encuentra dividido en generación, transmisión y distribución; las dos últimas etapas consisten en la manipulación del voltaje a través de transformadores eléctricos ubicados en subestaciones de alta tensión. Los elementos requeridos para llevar a cabo esta etapa se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1. Componentes básicos del sistema fotovoltaico.

Componente	Cantidad
Panel de 200 W y una intensidad de corto circuito de 6,5 A	4.904
Batería de una capacidad de 1100 Ah y tensión nominal de 12 V	377
Inversor de 250.000 W	4
Regulador de 150 VDC	213
Equipos	Unidades
Postes para tendido de cableado	64
Medidor trifásico de inducción	188
Alambre Conductor Calibre MCM 4000 Tensión Nominal 13.2 kV (m)	10.000
Transformador 3F 1000 KVA 13200 V - 220/127 V	1
Transformador 3F 75 KVA 13200 V	1
Transformador 3F 15 KVA 13200 V	22

7. DISEÑO DE PLANTA

7.1 ESTRUCTURA DE SOPORTE: paneles solares de 1547mmx983mmx50mm, uno de los elementos más importantes en toda instalación fotovoltaica para asegurar un completo aprovechamiento de la radiación solar es la estructura soporte, la cual se encarga de sustentar los módulos solares y darle la inclinación más adecuada en cada caso para optimizar el rendimiento energético.

7.2 CÁLCULO DEL ÁNGULO ÓPTIMO: éste se realiza teniendo en cuenta que $\beta = 3,7 + 0,69 \Phi$; Ddonde Φ es la latitud del lugar del proyecto. En Paz de Ariporo se tiene una latitud de $6^{\circ}20'45''$. Por lo tanto el ángulo óptimo de los paneles para este sistema será: $\beta = 8^{\circ}$

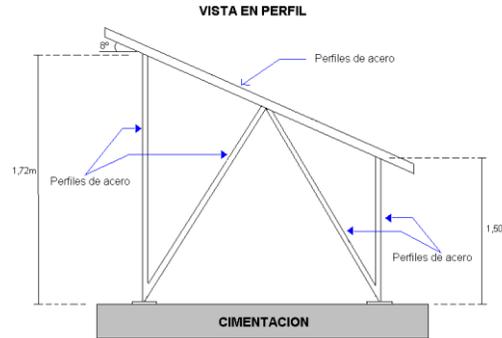


Figura 2. Vista en perfil estructura soporte paneles

7.3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS: emplazamiento disponible y del recurso solar, distancia entre paneles de 2 metros para evitar la sombra entre los mismos, expansión, cambios externos y dimensionados de la instalación.

7.4 DIVISIÓN DEL TRABAJO Y DEPARTAMENTOS: la estructura de la organización al frente de la dirección general, está dividida en grandes ramas gerenciales, que a su vez, están subdivididas en departamentos de carácter menor. Los directores de los departamentos antes mencionados tendrán sus despachos desde los cuales dirigirán a sus empleados en la zona de oficinas.

7.5 DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA: zona de producción (área de paneles), zona de bodega, zona de potencia, zona de oficinas (recepción, sala de juntas, gerencia y oficinas), zona de estacionamiento y portería.

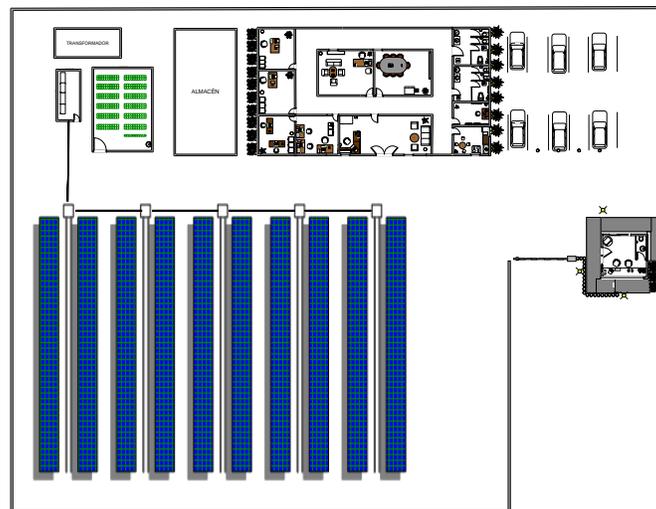


Figura 3. Plano de la planta solar fotovoltaica

7.6 BANCO DE BATERÍAS Y CELDAS: los bancos de baterías requieren de una puesta en servicio precisa, un mantenimiento continuo, pruebas y mediciones en operación. Se diseñará un sistema de ventilación natural o general, que consiste en que el aire que entra en el cuarto se difunde por todo el espacio interior antes de alcanzar la salida, colocando ventiladores que extraigan aire del exterior, con el objetivo de efectuar un barrido de los gases contaminantes del interior, dejando lleno el cuarto con el aire puro del exterior.

8. ANÁLISIS LEGAL

8.1 NORMATIVIDAD DEL PROYECTO: según el más reciente estudio de ISAGEN sobre energías alternativas, es conveniente realizar una división sobre dos aspectos fundamentales que corresponden a la regulación del mercado de electricidad y la regulación sobre aspectos ambientales en la generación de esta energía (Isagen, 2008).

8.2 REGULACIÓN ENERGÉTICA: El marco regulatorio general en que se encuentra soportado el mercado de electricidad y del cual forman parte las fuentes alternativas de generación, se basa fundamentalmente en la Constitución Política de Colombia que determina los principios constitucionales para la prestación de los servicios públicos domiciliarios, dentro de los cuales se encuentra la energía eléctrica: la Ley 142 de 1994 ó ley de los Servicios Públicos que establece el marco regulatorio general de la prestación de los servicios públicos, la Ley 143 de 1994 o Ley Eléctrica que desarrolla y fundamenta el marco regulatorio específico de la prestación del servicio de energía eléctrica, las regulaciones de la CREG (Comisión de regulación de energía y gas) que reglamentan y aclaran las distintas aplicaciones e interpretaciones de las leyes y regulaciones generales del país en el ámbito energético de electricidad y gas, y por último, las leyes del Congreso de la República y decretos con fuerza de ley del Gobierno tales como la Ley 697 de 2001 ó Ley del Uso Racional de Energía (URE) mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía enfocado a las fuentes alternas y se promueve la cogeneración (Isagen, 2008).

8.3 REGULACIÓN AMBIENTAL: según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la licencia ambiental es la autorización que otorga una Autoridad Ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad que lleva implícito el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales renovables, que pueda producir un deterioro grave a estos o al medio ambiente. La obtención de la licencia es un proceso utilizado para la planeación y administración de proyectos que asegura que las actividades humanas y económicas se ajusten a las restricciones ecológicas y de recursos y de esta forma se constituye en un mecanismo clave para promover el desarrollo sostenible (Ministerio del Medio Ambiente, 1999).

9. EVALUACIÓN AMBIENTAL

Las instalaciones de conexión a la red tienen un impacto medioambiental que se puede considerar prácticamente nulo. Si analizamos diferentes factores, como son el ruido, emisiones gaseosas a la atmósfera, destrucción de flora y fauna, residuos tóxicos y peligrosos vertidos al sistema de saneamiento, veremos que su impacto, solo se limitará a la fabricación pero no al funcionamiento.

Análisis de impactos: en esta etapa se relacionan las medidas de manejo y gestión ambiental identificadas y priorizadas, las cuales se podrán presentar mediante fichas temáticas u otras metodologías. Según las actividades a realizar en este proyecto se puede predecir la necesidad de la utilización de las siguientes fichas: (1) programa de manejo de aguas utilizadas en el proyecto y aguas de escorrentía, (2) programa de manejo y disposición de residuos, (3) programa de saneamiento básico, (4) programa de control de emisiones atmosféricas y ruido, (5) programa de repoblación vegetal y diseño paisajístico, (6) programa de almacenamiento y transporte de la producción y (7) Programa de gestión social.

Por otro lado, para verificar cual es la relación de causalidad entre las acciones y sus efectos se puede crear una matriz causa – efecto, la cual indicará si el proyecto es aceptable, inaceptable o si su efecto es crítico. En este caso se encontró que el proyecto está calificado como aceptable pero teniendo como responsabilidad las mejoras en

aspectos tales como la fase de operación que involucra la parte social y la fase de fabricación de los módulos, para evitar futuros problemas.

Para el proceso de la evaluación ambiental existen varias metodologías, de las cuales se pueden seleccionar las 6 más significativas: Lista de chequeo, Matriz de Leopold, Sistema de evaluación ambiental Batelle – Columbus, Método de transparencias, Análisis costes – beneficios y Modelos de simulación. De todos los métodos descritos se decidió que el mejor método para realizar la evaluación ambiental es el de la matriz de Leopold por ser el más adecuado, ya que éste resulta ser más ventajoso y es el que mejor se adapta a las características del proyecto.

Realizado el procedimiento que nos indica la matriz de Leopold se puede concluir que este proyecto es viable ambientalmente, ya que los impactos generados en él son en su mayoría positivos y además los impactos negativos que en él se presentan se pueden controlar si se siguen ciertos estándares de calidad.

10. EVALUACIÓN SOCIAL

Entre los efectos, limitaciones e impactos de los sistemas fotovoltaicos en el ámbito económico y social se pueden destacar los siguientes:

10.1 EFECTOS: el potencial de los sistemas de energía solar fotovoltaica se ha demostrado en los proyectos de electrificación rural realizados en todo el mundo, en especial el de los sistemas solares domésticos. Crece la importancia económica de los sistemas fotovoltaicos gracias a la constante disminución de sus precios, así como por la experiencia en su aplicación en otros sectores, como los servicios sociales y comunales, la agricultura y otras actividades productivas capaces de repercutir significativamente en el desarrollo rural. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación sigue promoviendo la agricultura y desarrollo rural sostenible (ADRS). La FAO observa que la tecnología fotovoltaica ya está suministrando servicios de energía en muchos lugares del mundo, sobretodo en el ámbito doméstico, y llama la atención al potencial de los sistemas fotovoltaicos para promover nuevas actividades que generen ingresos e incrementen la productividad agrícola.

10.2 LIMITACIONES: dispersión de los consumidores potenciales en las zonas rurales con poca demanda, concentración de la demanda en un breve periodo del día, pérdida de energía (hasta 25 por ciento), limitado poder de compra de consumo de electricidad y electrodomésticos, dificultad de facturación, mantenimiento y servicio.

10.3 ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTOS SOCIALES: las principales actividades que generan impactos sociales a los habitantes de Paz de Ariporo durante la ejecución del proyecto son: negociación de predios, socialización, contratación de personal, adecuación, construcción y operación de las instalaciones y vías de acceso, transporte y patios de acopio. Los principales impactos que generan estas actividades son: generación de empleo y expectativas laborales, afectación de la infraestructura pública y privada, construcción y mejoramiento de la infraestructura vial y afectación del patrimonio cultural. Las medidas que disminuyen las consecuencias negativas de la implementación son: un plan de gestión social, contratación de mano de obra calificada y no calificada (oriundas de la zona), manejo paisajístico y del ruido y capacitación del personal.

6. CONCLUSIONES

El mercado de energía en Colombia está invadido por empresas generadoras de energía mediante el recurso hídrico, lo cual es lógico pues Colombia tiene una excelente posición geográfica donde el agua es sobresaliente en su región. Estas empresas prestan un buen servicio, sin embargo no toda la población cuenta con el servicio de energía en sus hogares, lo cual crea un espacio en el mercado donde nuevos productos de energía con buenas ideas pueden entrar a abastecer las necesidades energéticas sin preocuparse demasiado por la competencia.

La principal barrera de creación de proyectos de energía fotovoltaica es el costo del desarrollo de estos, pues traen consigo productos tecnológicos nuevos y que en la mayoría de los casos no son producidos en el país, incluso algunos ni siquiera en el continente.

La tecnología Fotovoltaica está llegando a su madurez comercial y se prevé que la inversión cada vez mayor en nueva capacidad de producción reduzca más los precios y propicie una mayor competitividad. Los programas y los estudios ahora abordan las cuestiones relativas al desarrollo del mercado en gran escala en las zonas rurales: acceso a crédito asequible, infraestructura de mercado local para instalación y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos y mecanismos para la elaboración local de políticas favorables que apoyen la generación de energía a través del Sol. Estas políticas y los programas también deberían establecer el nexo con las actividades internacionales encaminadas a reducir las emisiones de CO₂ y cumplir los objetivos y propósitos de la Convención sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto.

Dado que el mercado energético en Colombia tiene como principal recurso generador el agua, recurso no renovable, y además algunas regiones aún no suplen sus necesidades energéticas, el gobierno y los principales entes gubernamentales deberían generar proyectos dinámicos que impulsen la generación de energía eléctrica mediante recursos renovables como el sol, de tal manera que los nuevos generadores ayuden a preservar y conservar los recursos que no son renovables.

REFERENCIAS

- Bfisolar. (2008). “La energía solar fotovoltaica, al servicio de la seguridad y las comunicaciones”. www.bfisolar.com/Dioser-204.htm (09/Marzo/2011)
- Cadena, A. (2009). “Guía para la preparación de anteproyectos de energía solar fotovoltaica”. Escuela de ingeniería de la Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/handle/123456789/1395> (09/Marzo/2011)
- Conermex. Soluciones de Energía Renovable, 2011. <http://www.conermex.com.mx/index> (09/Marzo/2011)
- ISAGEN (2008). “Energías no convencionales”. *1 Ed.* http://www.isagen.com.co/metaInst.jsp?rsc=infoIn_descargas&pagerId=464342384&pageNumber=6 (09/Marzo/2011)
- Jblshop (2011). “Online Shop_ catalog”. <http://colombia.jblshop.com> (09/Marzo/2011)
- Ministerio del Medio Ambiente, Ley 99 de 1993. <http://www.humboldt.org.co/download/ley99.pdf> (09/Marzo/2011)
- Moya, A., García, R. and Vílchez, V. (2007). Aprovechamiento de la energía solar. http://ermoya31.iespana.es/Aprovechamiento-EnergiaSolar_Extendida.pdf (09/Marzo/2011)
- Rodríguez Araujo, J. (2009) “Introducción a las instalaciones fotovoltaicas”. <http://www.scribd.com/doc/12787311/Instalacion-fotovoltaica> (09/Marzo/2011)
- XM. “Informe sobre el mercado de energía. XM”. Enero de 2010. <http://www.xm.com.co/Pages/DemandadeElectricidad.aspx> (09/Marzo/2011)

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito