



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO DE TITULACIÓN
Previo a la obtención del título de
Ingeniero Eléctrico

MODALIDAD: INVESTIGACIÓN

TEMA:

**“ESTUDIO DEL POTENCIAL SOLAR COMO ESTRATEGIA DE
MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO EN LAS
ZONAS RURALES DE LA PARROQUIA COLÓN. CASO DE ESTUDIO
PACHINCHE ADENTRO Y MACONTA ADENTRO”**

AUTOR: Cedeño Párraga Gabriel Alejandro

TUTOR: Phd: Yolanda Llosas Albuerne

REVISORA: Phd. María Rodríguez Gámez

2017

1. Dedicatoria

Dedico el trabajo de titulación a Dios por darme salud y la fuerza necesaria para no desfallecer en mis debilidades y siempre encontrar un motivo para salir adelante y seguir luchando por alcanzar mis metas.

A mis padres; a mis hermanos, a mi esposa y familiares que siempre me apoyaron y me dieron fuerzas cuando las necesité.

A todos lo que me han acompañado en estos últimos años de superación y esfuerzos.

Gracias eterna, nunca los olvidaré.

Cedeño Párraga Gabriel Alejandro

AUTOR

2. Agradecimiento

En primer lugar, a Dios que siempre estuvo a mi lado y me guio en cada paso.

A mis padres, por todo aquel sacrificio y apoyo para que hoy pudiera ser el hombre y profesional que soy.

A mis hermanos por forjarme un compromiso al que nunca fallaré y que me obliga a superarme a mí mismo.

A mi familia, que de una forma u otra también han formado parte y contribuyeron a mi formación.

A mi tutora por ayudarme siempre con sus valiosas sugerencias y recomendaciones.

A mis profesores y personas que desde la dirección de la universidad hicieron posible la proeza de enseñarme y formarme en el temple del verdadero profesional.

No pudiera dejar de mencionar a los compañeros de aula que me apoyaron en el transcurso de mi vida universitaria.

A todas aquellas personas que su nombramiento convertiría en interminable el trabajo; pero sin los cuales no hubiese sido posible llegar a graduarme.

¡Gracias eterna a todos!

Cedeño Párraga Gabriel Alejandro

AUTOR

3. Certificación del Director de Trabajo de Titulación.

CERTIFICACIÓN

Quien suscribe la presente señora PhD: Yolanda Llosas Albuerne, docente de la Universidad Técnica de Manabí, de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas; en mi calidad de tutora del trabajo de titulación **“ESTUDIO DEL POTENCIAL SOLAR COMO ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO EN LAS ZONAS RURALES DE LA PARROQUIA COLÓN. CASO DE ESTUDIO PACHINCHE ADENTRO Y MACONTA ADENTRO”**, desarrollado por el profesionista, Señor: **Cedeño Párraga Gabriel Alejandro**; en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el Artículo 8 del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

- Se verificó que el trabajo desarrollado por el profesionista cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente al estudiante en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presentó el informe del avance del trabajo de titulación a la Comisión de Titulación Especial de la Facultad.
- Se confirmó la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entregó por el revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

Cabe mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación el profesionista puso mucho interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes.



PhD. Ing. Yolanda Llosas Albuerne.

TUTORA

4. Informe de revisor del Trabajo de Titulación

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad de investigación y que lleva por tema: **“ESTUDIO DEL POTENCIAL SOLAR COMO ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO EN LAS ZONAS RURALES DE LA PARROQUIA COLÓN. CASO DE ESTUDIO PACHINCHE ADENTRO Y MACONTA ADENTRO”**, desarrollado por el señor: **Cedeño Párraga Gabriel Alejandro** con cédula No. 1308864899, previo a la obtención del título de INGENIERO ELÉCTRICO, bajo la tutoría y control de la señora PhD. Ing. Yolanda Llosas Albuérne, docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas y cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumpla con informar que, en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, su autor:

- Ha respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10 % de similitud con otros documentos existentes en el repositorio.
- Ha aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Andina Simón Bolívar de Ecuador.
- Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados.
- El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidenciada en el contenido bibliográfico consultado.
- Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento NO VINCULANTE para los fines legales pertinentes.



Firma: PhD: María Rodríguez Gámez

REVISORA DEL TRABAJO DE TITULACION

5. Declaración sobre derechos de autores

Quien firma la presente, profesionista; **Cedeño Párraga Gabriel Alejandro**, en calidad de autor del trabajo de titulación realizado sobre **“ESTUDIO DEL POTENCIAL SOLAR COMO ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO EN LAS ZONAS RURALES DE LA PARROQUIA COLÓN. CASO DE ESTUDIO PACHINCHE ADENTRO Y MACONTA ADENTRO”**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contiene este proyecto, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6 ,8 ,19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento. Así mismo las conclusiones y recomendaciones constantes en este texto, son criterios netamente personales y asumo con responsabilidad la descripción de las mismas



Cedeño Párraga Gabriel Alejandro

AUTOR

6. Índice

1. Dedicatoria	I
2. Agradecimiento	III
3. Certificación del Director de Trabajo de Titulación.	IV
4. Informe de revisor del Trabajo de Titulación	V
5. Declaración sobre derechos de autores.....	VI
6. Índice.....	VII
1. Resumen.....	IX
2. Absatract	X
CAPÍTULO I	1
1.1. Tema:	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.2.1. Descripción de la realidad problemática	3
1.2.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Inmersión inicial en el campo.....	4
1.3.1. El estudio del potencial solar	4
1.3.2. Radiación solar que llega a la tierra.....	4
1.3.3. Distribución de la radiación solar	4
1.3.4. Variables que pueden afectar la radiación solar.....	5
1.3.5. El potencial solar. Concepto	5
1.3.6. La generación de energía fotovoltaica	5
1.3.7. Sistema fotovoltaico. Concepto	6
1.3.8. Sistemas fotovoltaicos autónomos.....	8
1.3.9. Subsistemas de las instalaciones fotovoltaicas	9
1.3.10. Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red.....	9
1.3.11. Sistema fotovoltaico y sus características.	10
1.3.12. Conversión de luz solar en electricidad	11
1.3.13. La célula fotovoltaica	12
1.3.14. Rendimiento del proceso fotovoltaico	13
1.3.15. Tipos de baterías o pilas	13
1.3.16. Paneles fotovoltaicos tradicionales	15
1.3.17. Paneles solares de capa fina.....	15
1.3.18. La eficiencia, la productividad energética de la tecnología y la protección	16

1.3.19. La calidad de la energía	18
1.4. Delimitación de la investigación	20
1.4.1. ESPACIAL.....	20
1.4.2. Temporal	20
1.5. Antecedentes	20
1.6. Justificación	22
CAPÍTULO II	23
2.1. Hipótesis.....	23
2.1.1. Variable dependiente	23
2.1.2. Variable independiente	23
2.1.3. Comprobación de la hipótesis.....	24
2.2. Objetivos	24
2.2.1. Objetivo general	24
2.2.2. Objetivos específicos.....	24
2.2.3. Verificación de los objetivos	24
2.3. Nivel de investigación	25
2.4. Método	26
2.5. Técnicas	26
CAPÍTULO III.....	27
3. Selección de la muestra	27
3.1. Población y muestra	27
3.2. Recolección y análisis de los datos e interpretación de los resultados	27
3.3. Elaboración del reporte de los resultados.	43
3.3.1. Datos del potencial solar en el territorio estudiado.	43
3.4. Algunas consideraciones relacionadas con las instalaciones conectadas a la red de baja tensión del usuario.....	49
Conclusiones	51
Recomendaciones.....	52
Bibliografía	53
Anexo 1. Encuesta.....	56
Anexo 2. Evidencias.....	57

1. Resumen

Cada día sobresale la urgencia de adoptar nuevas alternativas al problema energético y en ello cobra más importancia el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía. En la investigación se muestra un modelo metodológico para la realización del estudio y evaluación del potencial solar en el cantón Portoviejo, especialmente en comunidades urbanas que reciben el servicio eléctrico del sistema nacional interconectado, pero que confrontan problemas con la calidad del mismo y donde el aprovechamiento de la radiación solar mediante la tecnología fotovoltaica, pudiera contribuir a mejorar la calidad de la energía, al propio tiempo que se pueda contribuir con el ahorro de recursos naturales y la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. En el primer capítulo se presenta el análisis y formulación del problema, donde el conocimiento de los datos relacionados con el potencial solar del cantón Portoviejo, la parroquia Colón y las comunidades rurales Pachinche Adentro y Maconta Adentro, constituyen el eje principal de la problemática; se aborda lo relacionado con el marco referencial, donde se revisan más de treinta bibliografías asociadas al tema y se ofrecen los antecedentes y la justificación del trabajo. En el segundo capítulo se trata el marco teórico de la investigación, donde se expone la hipótesis, se realiza la operacionalización de las variables y se aborda la comprobación de la misma; se muestran los objetivos generales y específicos y se expone la verificación de estos; se da a conocer el nivel de la investigación, así como el método y las técnicas empleadas. En el tercer capítulo se realiza la selección de la muestra, así como la recolección, análisis de los datos y la interpretación de los resultados de las encuestas realizadas, donde se corrobora la hipótesis y la relevancia de los objetivos trazados para la investigación; se realiza el reporte de los resultados principales, donde se exponen los datos y se muestra gráficamente mediante mapas elaborados a escala cromática, el potencial solar estudiado de la provincia de Manabí, el cantón Portoviejo, la parroquia Colón y las comunidades rurales Pachinche Adentro y Maconta Adentro; se exponen en tablas los datos relativos a la interpretación energética y se aborda un análisis técnico relacionado con la viabilidad de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión de los usuarios. Finalmente se exponen las conclusiones del trabajo, las recomendaciones, se muestra la bibliografía consultada y en los anexos se muestran las evidencias del trabajo.

2. Absatract

Every day stands out the urgency of adopting new alternatives to the energy problem and in this becomes more important the use of renewable energy sources. The research shows a methodological model for the study and evaluation of the solar potential in the canton of Portoviejo, especially in urban communities that receive the electrical service of the interconnected national system, but which confront problems with the quality of the same and where the use Of solar radiation through photovoltaic technology, could contribute to improving the quality of energy, while contributing to the saving of natural resources and the reduction of CO₂ emissions into the atmosphere. The first chapter presents the analysis and formulation of the problem, where the knowledge of the data related to the solar potential of the Portoviejo canton, the Colón parish and the rural communities Pachinche Adentro and Maconta Adentro are the main axis of the problem; The reference framework is discussed, where more than thirty bibliographies associated with the topic are reviewed and the background and justification of the work are presented. In the second chapter, the theoretical framework of the investigation is discussed, where the hypothesis is exposed, the operationalization of the variables is carried out and the verification of the same is addressed; The general and specific objectives are shown and the verification of these is exposed; The level of research, as well as the method and techniques employed, is disclosed. In the third chapter, the selection of the sample, as well as the collection, analysis of the data and the interpretation of the results of the surveys are carried out, where the hypothesis and the relevance of the objectives drawn for the investigation are corroborated; The main results are reported, where the data are displayed and graphically shown using maps elaborated in chromatic scale, the solar potential studied in the province of Manabí, the Portoviejo canton, the Colón parish and the rural communities Pachinche Adentro and Maconta Adentro; The data related to the energy interpretation are presented in tables and a technical analysis related to the viability of the photovoltaic installations connected to the low voltage network of the users is addressed. Finally the conclusions of the work, the recommendations are presented, the consulted bibliography is shown and the annexes show the evidences of the work.

CAPÍTULO I

1.1. Tema:

“ESTUDIO DEL POTENCIAL SOLAR COMO ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO EN LAS ZONAS RURALES DE LA PARROQUIA COLÓN. CASO DE ESTUDIO PACHINCHE ADENTRO Y MACONTA ADENTRO”.

1.2. Planteamiento del problema

Millones de personas que habitan en países en vías de desarrollo no tienen acceso a la electricidad en sus hogares. El alumbrado de las viviendas, la refrigeración, la posibilidad de usar equipos electrodomésticos, constituyen un requisito fundamental para el progreso de las condiciones de vida, pues el servicio eléctrico es imprescindible para muchas de las actividades cotidianas.

Las comunidades que carecen de energía eléctrica mayormente se encuentran en lugares intrincados, montañosos y muy difíciles de acceder. En numerosos de estos casos, la conexión a la red eléctrica constituye una opción poco viable desde el punto de vista económico, por lo costoso que resulta la extensión de la infraestructura técnica. No obstante, la generación de electricidad basada en fuentes renovables de energía se convierte en una solución de gran potencial económico y técnicamente viable, con capacidad de ofrecer un servicio de calidad y eficiencia.

La voluntad política del Buen Vivir desplegada por la sociedad ecuatoriana, supone la extensión de la electrificación a todos los rincones del territorio. El acceso a servicios de electricidad de calidad representa un elemento clave, en la lucha contra la pobreza, la marginación, la insalubridad, el analfabetismo, así como el bienestar de las personas.

Las fuentes renovables de energía son aquellas a las que se puede requerir de forma permanente, porque pueden regenerarse por sí mismas a partir de los efectos de ciclos naturales, por ejemplo: la energía solar, que constituye una de las fuentes con mayores perspectivas para el futuro, particularmente del grupo no contaminante, la cual es producida por el Sol y convertida energéticamente por otros usos mediante el empleo de tecnologías, ya sea para el calentamiento de fluidos, secado de producto, saunas solares o para generar electricidad. En este caso se pudiera valorar su aprovechamiento para mejorar el servicio eléctrico de aquellas viviendas que lo poseen y en otros casos

utilizarlo para la electrificación rural en las zonas rurales de la Parroquia Colón, Pachinche Adentro y Maconta Adentro.

Por otro lado, es importante señalar que, para cualquier país del mundo resulta imposible construir la sostenibilidad, desde una matriz energética tradicional, centralizada y enraizada en el uso de los combustibles fósiles.

A pesar que a escala internacional se ha comenzado a adquirir conciencia de la contaminación ambiental, de los daños ocasionados a la salud humana por la utilización de combustibles tradicionales como el petróleo y el papel que pueden jugar las fuentes renovables de energía (FRE) para mitigar estos problemas y preservar los recursos naturales, aún se continua experimentando resistencia desde las instituciones vinculadas con el sector eléctrico ecuatoriano, para poner en práctica una fuerte voluntad que propicie la introducción masiva de la energía fotovoltaica. Incluso en el sector académico resulta difícil encontrar espacios, que permitan el desarrollo de proyectos de investigación encaminados a la introducción masiva de dichas tecnologías.

La resistencia a aceptar y promover la introducción masiva de la tecnología fotovoltaica puede tener su origen, en el desconocimiento que tienen los especialistas del sector eléctrico sobre sus ventajas, en lo energético, económico, ambiental y social. Estos factores influyen de manera significativa en las decisiones políticas relacionadas con la aplicación masiva de las tecnologías fotovoltaicas, como elemento asociado a la diversificación de la matriz energética.

El proyecto abre la posibilidad de profundizar en los resultados concretos que puede aportar la tecnología fotovoltaica en las condiciones propias de un sector rural que, a pesar de contar con el servicio eléctrico, se confrontan problemas con la calidad de la energía servida, especialmente por la baja calidad del voltaje que llega a los usuarios en algunas ocasiones.

Con el trabajo, se pretende posicionar un resultado que sirva para justificar la implementación masiva en la provincia de Manabí, de los sistemas de energía solar, que pueden reducir la demanda eléctrica e inyectar energía a la red, ahorrando recursos naturales y disminuyendo el impacto ambiental provocado por la generación de energía eléctrica, pudiendo mejorar la calidad y confiabilidad del servicio.

Se busca a través de estos espacios promover la investigación en temas asociados al bienestar y calidad de vida de la sociedad en las comunidades rurales de la provincia de Manabí, se busca también potenciar el sistema eléctrico con fines de cubrir con la demanda eléctrica. Se pretende también crear las condiciones para la preparación

de especialistas del sector eléctrico del territorio en los temas vinculados con la energía fotovoltaica, así como en la formación de los futuros ingenieros eléctricos que se gradúan en la Universidad Técnica de Manabí.

1.2.1. Descripción de la realidad problemática

La generación base en la provincia de Manabí depende del uso del petróleo mediante un sistema centralizado poco eficiente y muy costoso. Ello supone una influencia limitante en el nivel de acceso a la electricidad, para las zonas rurales alejadas de los centros de generación, donde resulta muy costoso extender la red eléctrica y mantener el servicio con alta calidad.

La empresa eléctrica ha considerado lograr un impacto social relevante, mediante la oferta de energía a las poblaciones que viven en áreas rurales apartadas de la red, extendiendo la longitud de la línea eléctrica. Sin embargo, en algunos casos la extensión longitudinal de la red y a pesar del uso de diversas tecnologías destinadas a garantizar un servicio de calidad, este último objetivo no se ha logrado, generando molestias en los usuarios.

La energía fotovoltaica posee la capacidad de garantizar un servicio eléctrico de calidad en zonas aisladas, donde resulta poco viable extender la red eléctrica tradicional; pero la aplicación de la tecnología requiere la realización de estudios previos para definir la potencialidad energética de la tecnología, donde es necesario conocer el potencial solar que incide en el sitio donde se instalará el sistema fotovoltaico.

Actualmente en algunas zonas rurales de la parroquia Colón, Pachinche Adentro y Maconta Adentro, poseen el servicio eléctrico; pero de baja calidad y en algunos sitios más intrincados no cuentan con dicho servicio. Tampoco se poseen los datos del estudio del potencial solar de dichas zonas, de tal manera que se puedan realizar los estudios para la penetración de la tecnología fotovoltaica en función de resolver la problemática que se presenta con el servicio eléctrico.

1.2.2. Formulación del problema

¿De qué manera el estudio del potencial solar en la parroquia Colón, Pachinche Adentro y Maconta Adentro, puede contribuir a la extensión y el mejoramiento de la calidad del servicio eléctrico en las zonas rurales de dicho territorio?

1.3. Inmersión inicial en el campo

1.3.1. El estudio del potencial solar

El Sol puede satisfacer las necesidades energéticas, si se logran conocer las maneras de cómo aprovechar de forma racional la energía, que consecutivamente esparce sobre el planeta. Para ello se utilizan sistemas de captación y transformación que se desarrollan con el progreso de la ciencia y la tecnología. Entre las ventajas de esta energía están su elevada calidad, carácter distribuido y relativamente bajo impacto ambiental. Todo el consumo mundial de energía se puede cubrir con el empleo de la energía solar en las diferentes variantes de su aprovechamiento ^[1].

La radiación solar es el conjunto de radiación electromagnética emitida por el Sol. El Sol es una estrella que se encuentra a una temperatura media de 6 000 K, en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones de fusión nuclear que producen una pérdida de masa que se transforma en energía.

1.3.2. Radiación solar que llega a la tierra

Considerando la distancia que separa el Sol de la Tierra, la proporción de energía radiante que recibe el planeta con respecto al total emitido por el Sol, es de apenas una milésima parte por millón, pero, aun así, a la Tierra llegan $1,51 \times (10^{18}$ kWh/año), esta cantidad equivale a varios miles de veces la energía que utiliza toda la humanidad ^[2].

El sol es la fuente de energía más potente con la cual cuenta la humanidad. Este irradia una energía de $3,87 \times 10^{26}$ Joule en cada segundo. La energía que llega a la tierra durante un año es de $4,03 \times 10^{24}$ Joule la cual es equivalente a 6720 veces la necesidad energética del mundo ^[3].

1.3.3. Distribución de la radiación solar

La radiación solar se distribuye desde el infrarrojo hasta el ultravioleta, pero no toda la radiación alcanza la superficie de la Tierra, pues las ondas ultravioletas, más cortas, son absorbidas por los gases de la atmósfera, fundamentalmente por el ozono. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la Tierra es la irradiancia, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la Tierra. Su unidad es el W/m² (vatio por metro cuadrado) ^[4].

1.3.4. Variables que pueden afectar la radiación solar

Entre las variables que más pueden afectar la radiación solar se encuentra la nubosidad. La estimación de la generación de energía debe considerar el carácter inestable de la fuente primaria (el Sol), la cual presenta fluctuaciones durante el día debido a la nubosidad que supone una alta variabilidad, incrementando o disminuyendo de acuerdo a las estaciones del año, y concretamente en algunos territorios puede ser mayor o menor [5].

1.3.5. El potencial solar. Concepto

El potencial solar significa la potencia equivalente de energía solar que llega al plano horizontal de la tierra en un día y se expresa en: kWh/m² día. La provincia de Manabí posee uno de los valores más altos del potencial solar que incide como promedio en el Ecuador. La intensidad de la radiación solar promedio de la provincia es equivalente a medio litro de petróleo por metro cuadrado diariamente [6].

1.3.6. La generación de energía fotovoltaica

El efecto fotoeléctrico permite transformar directamente energía solar en cualquiera de sus dos manifestaciones, ya sea directa o difusa en una forma eficiente de energía eléctrica continua, la cual se convierte en una alternativa de amplia difusión en centros urbanos donde apoyan los sistemas eléctricos existentes y en las regiones rurales que por su topografía hacen dificultoso el acceso de las redes eléctricas convencionales [7].

La energía fotovoltaica se basa en la captación de energía solar y su transformación en energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos y como fuente renovable, significa una fórmula básicamente más respetuosa con el medio ambiente que las energías convencionales, debido a que se dispone de recursos inagotables para cubrir las necesidades energéticas. Una característica elemental es que su aplicación suele tener lugar en el ámbito local, ya que la generación de energía se puede efectuar en el mismo punto donde se consume, impidiendo así las pérdidas que tienen lugar en el transporte [8].

Con el aprovechamiento de las fuentes energéticas se puede observar que la tendencia de generar electricidad en lugares donde la energía tiene costos muy elevados o no hay redes eléctricas es cada vez mayor. La energía solar es fuente inagotable y se encuentra en todo el mundo sin dependencias externas de ningún tipo [9].

1.3.7. Sistema fotovoltaico. Concepto

Se define el sistema fotovoltaico como un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que van a captar y transformar la energía solar disponible, transformándola en utilizable como energía eléctrica. Mediante las células solares, la radiación se transforma directamente en electricidad aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores. De esta forma, cuando sobre la célula solar incide la radiación, aparece en ella una tensión análoga a la que se produce entre los bornes de una pila. Mediante la coloración de contactos metálicos en cada una de las caras puede extraerse la energía eléctrica, que se utilizará para alimentar una carga ^[10].

Una instalación de energía solar fotovoltaica debe incluir una serie de elementos indispensables para el correcto funcionamiento y control de la instalación ^[11], los cuales se describen a continuación:

- Módulo fotovoltaico (generador fotovoltaico): su función es captar y convertir la radiación solar en corriente eléctrica. Estos módulos se pueden conectar en serie o en paralelo. Cuando se conectan en serie el voltaje total será la suma de los voltajes individuales de cada uno de los módulos. La corriente de salida será igual a la corriente de un módulo. Al conectarlos en paralelo la corriente total será la suma de las corrientes individuales de cada módulo y el voltaje será el mismo que el de uno solo. Por lo tanto, el número de componentes conectados en serie determina el voltaje, y el número de módulos en paralelo determina la corriente que se le puede suministrar a una carga.
- Baterías (acumuladores): la naturaleza variable de la radiación solar y, por lo tanto, de la energía eléctrica generada, hace que en los sistemas fotovoltaicos aislados de la red eléctrica sea necesario un almacenamiento de energía que permita disponer de esta en períodos en los que no es posible la generación. En los sistemas fotovoltaicos, dicho papel lo realiza la batería. Las propiedades de la batería que se elija para un sistema fotovoltaico influyen de gran manera en el diseño de algunos elementos de la instalación, por lo que hay que prestar una atención especial a las características más convenientes para las condiciones del sistema a alimentar, tales como los tipos de cargas para las que se destina, la potencia total y los ciclos de consumo previstos, entre otros.

- Inversor (acondicionador, convertidor): se encarga de adaptar la corriente continua producida por el generador fotovoltaico a las características eléctricas requeridas por las cargas a alimentar.
- Regulador de carga: es el equipo que controla los procesos de carga y descarga de la batería. Controla el proceso de carga evitando que, con la batería a plena capacidad, los módulos fotovoltaicos sigan inyectando carga a la misma. Se lleva a cabo anulando o reduciendo el paso de corriente del campo fotovoltaico. Controla el proceso de descarga evitando que el estado de carga de la batería alcance un valor demasiado bajo cuando se está consumiendo la energía almacenada. Esto se lleva a cabo desconectando la batería de los circuitos de consumo. El regulador también es una fuente de información de los parámetros eléctricos de la instalación fotovoltaica. Puede proporcionar datos de la tensión, intensidad, estado de carga de las baterías, etc.
- Elementos de protección del circuito: son elementos como diodos de bloqueo, interruptores para desconexión, tierra, etc., dispuestos entre diferentes partes del sistema, para proteger la descarga y derivación de elementos en caso de falla o situaciones de sobrecarga.

En la figura 1 se presenta un esquema técnico general de un sistema fotovoltaico.

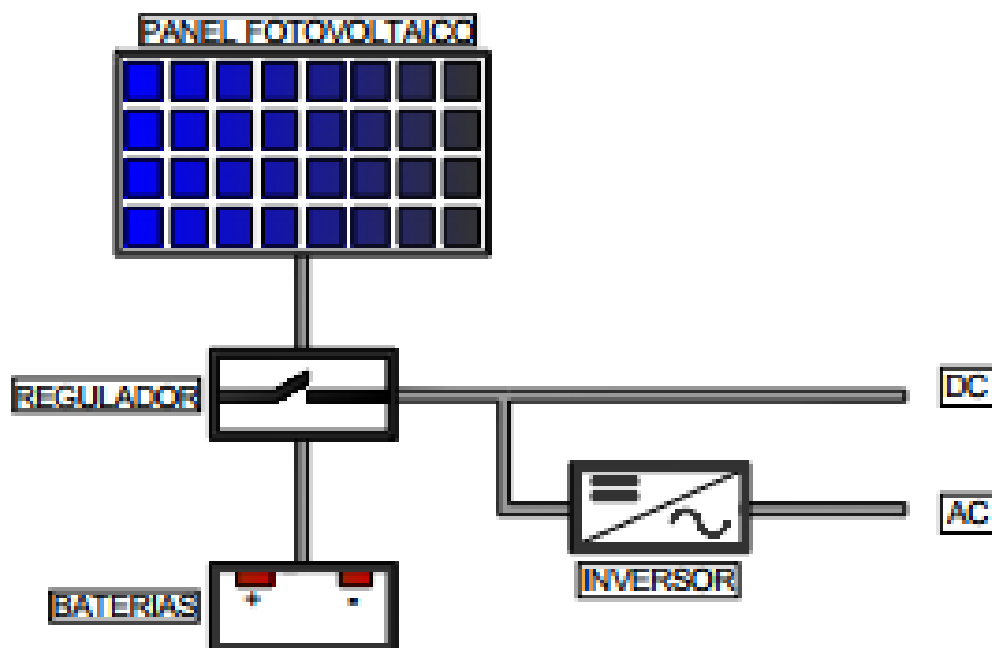


Figura 1. Esquema técnico general de un sistema fotovoltaico

Fuente: [7]

1.3.8. Sistemas fotovoltaicos autónomos

Los sistemas fotovoltaicos autónomos son aquellos que cumplen la función de alimentar una determinada carga de manera independiente y aislada, sin relación alguna con cualquier otra fuente de energía que no sea la radiación solar ^[12].

En la figura 2 se presenta un esquema técnico de una instalación fotovoltaica autónoma en consumo AC.

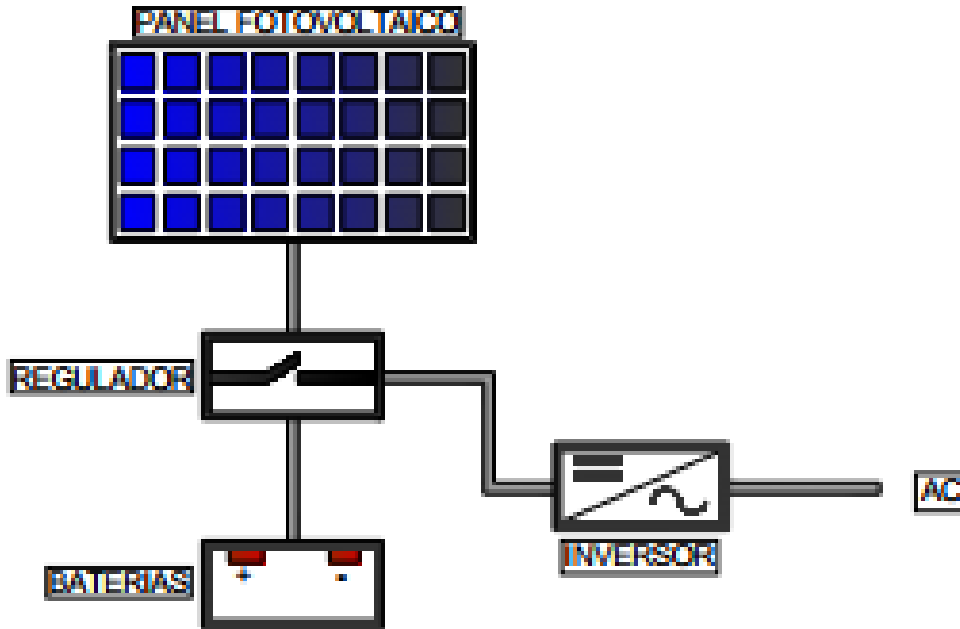


Figura 2. Sistema fotovoltaico autónomo en consumo AC

Fuente: ^[7]

En la figura 3 se presenta un esquema técnico de una instalación fotovoltaica autónoma en consumo CC.

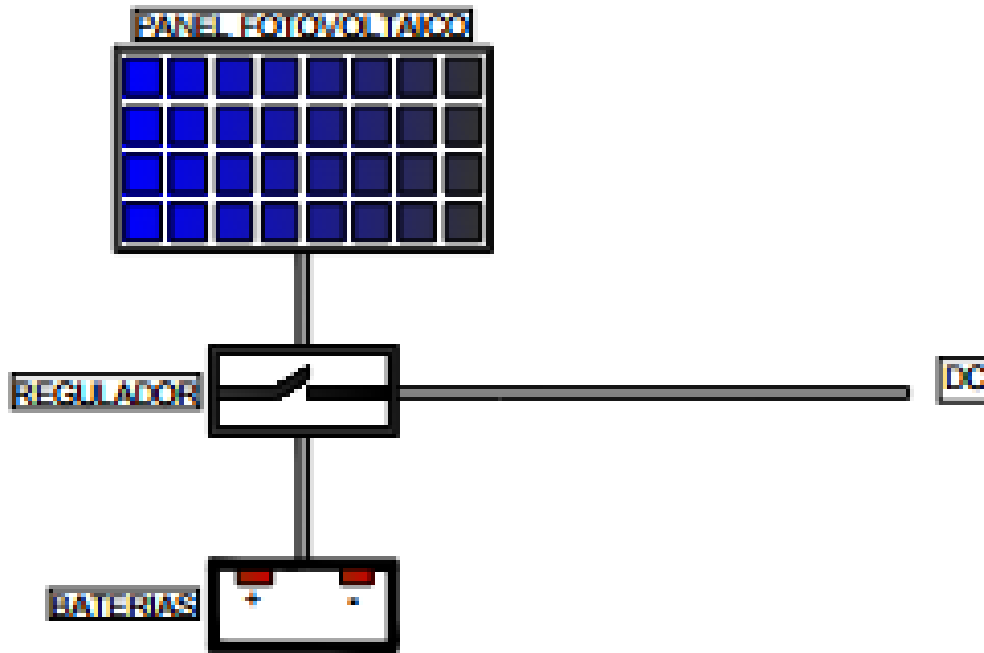


Figura 3. Sistema fotovoltaico autónomo en consumo CC

Fuente: [7]

1.3.9. Subsistemas de las instalaciones fotovoltaicas

Las instalaciones fotovoltaicas autónomas requieren esencialmente para su funcionamiento el acoplamiento de cuatro subsistemas, los cuales son ^[13]:

- a. Subsistema de Captación: Los paneles solares.
- b. Subsistema de Acumulación: Las baterías.
- c. Subsistema de Regulación: Los reguladores.
- d. Subsistema de Distribución: Los inversores.

1.3.10. Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red

Los sistemas conectados a la red eléctrica normalmente no incluyen el subsistema de acumulación, pues la energía generada en el módulo fotovoltaico se entrega directamente a la red a través de un inversor o convertidor de corriente directa a corriente alterna (CD/CA) con características especiales, pues debe admitir las diversificaciones de voltaje y potencia que entrega el módulo, debido a las variaciones e intermitencia de la radiación solar que llega a un determinado punto de la superficie terrestre. Este tipo de sistema puede intercambiar energía eléctrica con la red cuando la generación excede las necesidades de energía del usuario y tomar la electricidad de la

misma cuando la demanda es mayor a la energía generada por el arreglo fotovoltaico [14].

1.3.11. Sistema fotovoltaico y sus características.

El impacto que produce la posibilidad de utilizar la energía solar en forma controlada y para satisfacer la demanda social de energía, ha permitido el desarrollo de sistemas completos de transformación, almacenamiento y distribución según sea conveniente. La producción de electricidad a partir de la radiación solar mediante células solares y paneles fotovoltaicos es una aplicación que aún no se difunde en su totalidad.

La energía eléctrica no está presente en la naturaleza como fuente de energía primaria y, en consecuencia, sólo se dispone de ella mediante la transformación de alguna u otra forma de energía. Es por eso que han surgido todo tipo de plantas generadoras de energía a partir de combustibles fósiles, sin embargo, se ha notado que esta forma de generación produce mucha contaminación y devastación de los recursos naturales con los que cuenta el país [15].

Las llamadas energías alternativas son aquellas cuyo uso no genera contaminación y entre ellas podemos citar la energía eólica y la energía solar. La generación de este tipo de energía no produce contaminantes, en especial la energía solar y es por eso que últimamente ha tomado mucha importancia debido al mal estado en el que se encuentra el ambiente [15].

El hombre ha aprendido recientemente a transformar la energía solar en eléctrica mediante diferentes procedimientos. Algunos de ellos, los llamados heliotérmicos o fototérmicos, operan sobre principios semejantes a los de las centrales térmicas y nucleares convencionales y por otro lado se encuentran los llamados fotovoltaicos, los cuales significan una importante simplificación respecto a los procesos energéticos convencionales. Las células o celdas fotovoltaicas son dispositivos capaces de transformar la radiación solar en electricidad; son dispositivos estáticos, es decir, carecen de partes móviles [15]. En la figura 4 se muestra un esquema técnico de un sistema fotovoltaico conectado a la línea de baja tensión de una vivienda.

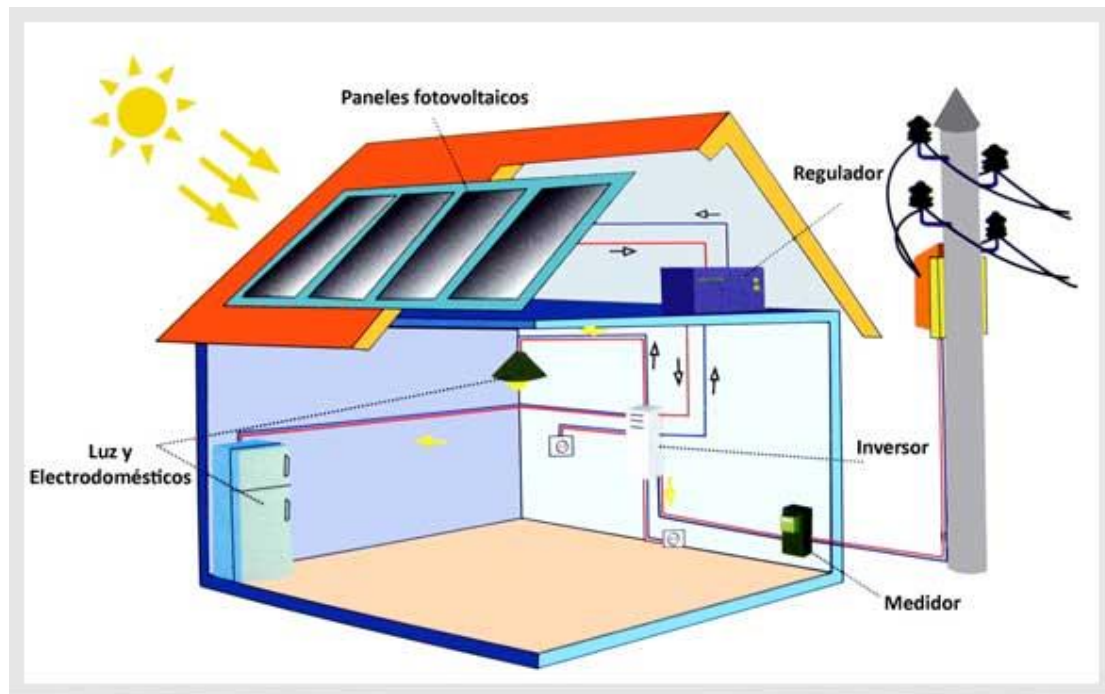


Figura 4. Sistema fotovoltaico conectado a la red de baja tensión

1.3.12. Conversión de luz solar en electricidad

La conversión directa de la energía solar en electricidad, depende del efecto fotoeléctrico que ya había sido desarrollado en diversas formas en el siglo pasado. El efecto fotoeléctrico es la emisión de electrones de una superficie sólida (o líquida) cuando se irradia con emanaciones electromagnéticas. Se debe señalar que hay dos tipos de efectos fotoeléctricos en las células solares. El primero es el interno, donde ciertos portadores de carga se ven liberados dentro del seno de un material mediante la absorción de fotones energéticos. En el caso del efecto fotoeléctrico externo, se emiten electrones libres mediante la absorción de fotones energéticos. El efecto fotoeléctrico es el agente principal del funcionamiento de los dispositivos conocidos como células solares¹. En la figura 5 se muestra un esquema técnico relacionado con el efecto fotoeléctrico.

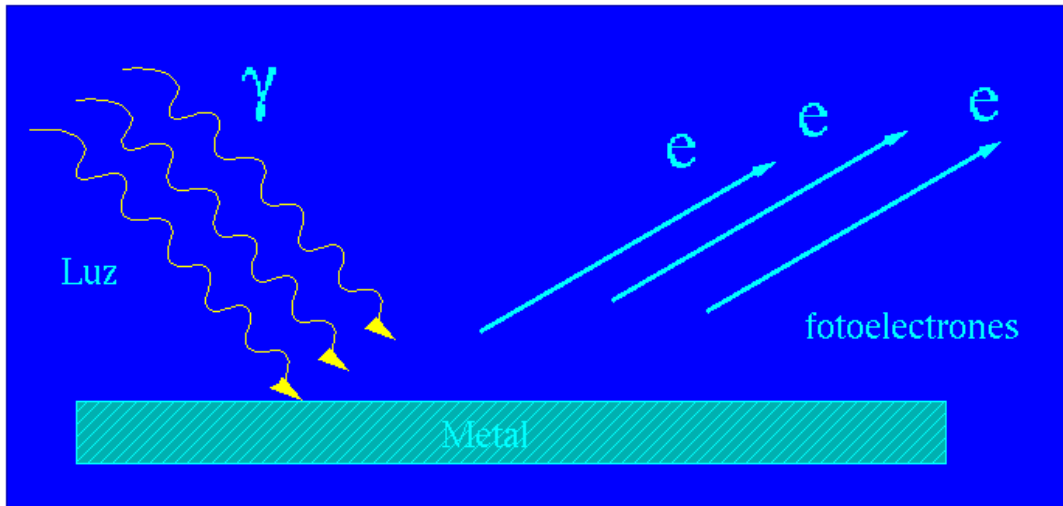


Figura 5. Efecto fotoeléctrico

1.3.13. La célula fotovoltaica

Partiendo de una oblea de silicio (disco muy delgado) se produce una célula solar, que una vez que se ha creado el campo eléctrico interno y después de preparar los contactos eléctricos adecuados, se puede generar electricidad [16].

Los contactos eléctricos que se hacen en ambas caras de la oblea son de geometría y características especiales. La cara que no recibe la radiación se recubre totalmente, mientras que la cara expuesta a los rayos solares sólo se cubre parcialmente mediante un electrodo metálico en forma de red. Esto permite que el electrodo recoja en forma eficiente los portadores de carga eléctrica generados en el interior de la oblea [16].

Debido a que una célula solar genera corrientes y voltajes pequeños, éstas se acoplan en serie o en paralelo para obtener mayores voltajes y corrientes según el caso, formando lo que se denomina módulo fotovoltaico, que es el elemento que se comercializa. A la vez, estos módulos se conectan en serie o en paralelo para obtener los voltajes y corrientes que se desea obtener [16].

Los módulos en serie aumentan el voltaje y conservan la misma corriente, mientras que módulos en paralelo aumentan la corriente, conservando el mismo voltaje [16]. En la figura 6 se muestra la estructura técnica de una célula fotovoltaica.

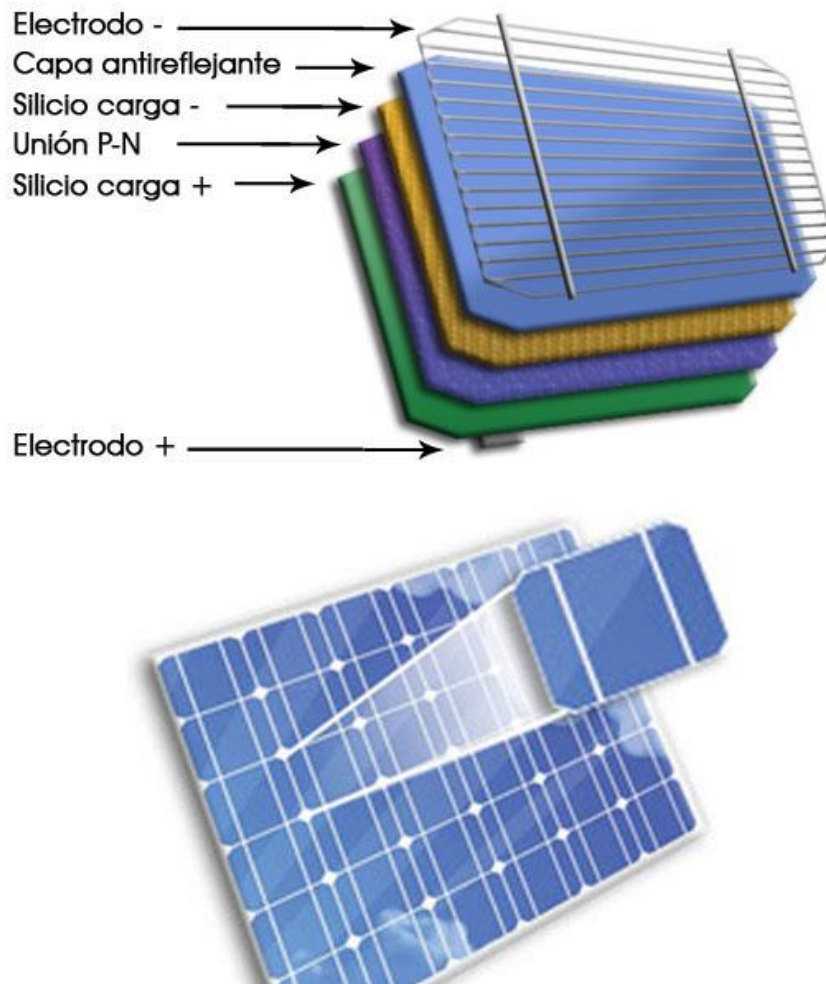


Figura 6. Estructura técnica de una célula fotovoltaica

1.3.14. Rendimiento del proceso fotovoltaico

El rendimiento de operación de una célula solar se define como el cociente entre la energía eléctrica producida y la energía solar interceptada por su superficie. Cuando se optimiza la carga que la célula debe alimentar el rendimiento es máximo [17].

Existen ciertos factores que influyen en mayor o menor medida en el rendimiento de una célula solar. Estos pueden ser de origen interno o externo como características del material, espesor de la oblea, superficie activa, geometría de los contactos, etc. También pueden ser factores ambientales como temperatura de operación y composición espectral de la radiación [17].

1.3.15. Tipos de baterías o pilas

Existen muchos tipos de baterías. Para sistemas fotovoltaicos independientes, comúnmente se usan los siguientes términos: baterías de ciclo profundo, ciclo poco

profundo, electrolito gelatinado, cautivo o líquido y hermético o abierto. La batería hermética en realidad es regulada por una válvula que permite la salida del hidrógeno, pero no la adición de electrolito, En la batería abierta se asume que se agregará agua destilada al electrolito líquido como sea necesario. Todas las baterías requieren un mantenimiento periódico para poder tener una larga vida útil [18].

Los tipos de baterías que se usan comúnmente en los sistemas fotovoltaicos independientes pertenecen a la familia de baterías de ciclo profundo libres de mantenimiento. Son recargables, con un tiempo prolongado de vida útil, relativamente económicas y obtenibles en una variedad de tamaños y opciones [18].

Las baterías se pueden adquirir comercialmente baterías de níquel-cadmio diseñadas específicamente para aplicaciones fotovoltaicas. Su costo inicial es más alto que el de las baterías de plomo-ácido, pero en ciertas aplicaciones su costo por ciclo de vida útil puede resultar más bajo. Las ventajas de las baterías de níquel-cadmio incluyen una larga vida, bajos requisitos de mantenimiento, durabilidad y capacidad de soportar condiciones extremas. Además, las baterías de níquel-cadmio son más tolerantes a ciclos extremos de recarga y descarga [18]. En la figura 7 se muestran algunos prototipos de baterías solares de ciclo profundo.



Figura 7. Batería solar de ciclo profundo

1.3.16. Paneles fotovoltaicos tradicionales

Los paneles solares fotovoltaicos son los que comúnmente se instalan en lo alto de edificios o en campos de gran tamaño, son capaces de recoger su energía a partir de la luz solar y gracias al uso de una silicona y de otros materiales que le permiten almacenar dicha energía [19].

Son muy buenos cuando el sol está brillando, es decir, que aportan mucha energía, aunque no es así cuando el sol se pone, por lo que, en los casos de sistemas autónomos, cuentan con un sistema de almacenaje que permite que se disponga de la energía acumulada, algo similar a lo que hacen las baterías [19].

Al margen de una clara diferencia entre su grosor, o el modo en el que se instalan, hay que decir que los paneles solares, sean fotovoltaicos o de capa fina, pueden tener un costo importante en la fase inicial de su instalación (los de capa fina un poco más), pero con unas posibilidades reales de recuperación económica en corto plazo, pues son capaces de generar electricidad con un costo virtual igual a cero por concepto de gasto de combustible [19]. En la figura 8 se muestra un conjunto de módulos solares de silicio monocristalino instalados en una central fotovoltaica.



Figura 8. Módulos de silicio monocristalino

1.3.17. Paneles solares de capa fina

Este tipo de módulo solar también utiliza la energía del sol, aunque para muchas personas están siendo preferidos, porque son sencillamente mucho más finos y de hecho son capaces de aportar muchísima energía [20].

Los paneles son de una película muy fina, están hechos a partir de un material muy ligero y flexible, que permite capas muy delgadas, lo que hace que se evite la

necesidad de capas gruesas de los otros tipos de módulos. Si bien se pueden colocar sobre el suelo, las baldosas de una terraza o de un techo sin la necesidad de soporte alguno [20].

En la actualidad se considera que el costo de instalación de un sistema tradicional de energía solar, basado en los clásicos paneles de silicio de película delgada (thin film), se lleva consigo entre la mitad y las dos terceras partes de los gastos de la instalación. Esto es contabilizando con el gasto de los paneles y los componentes estructurales de las unidades exteriores, sin enumerar los sistemas internos de almacenamiento, puesta en forma y distribución de la energía [20]. En la figura 9 se muestra un módulo fotovoltaico de capa fina.



Figura 9. Módulo fotovoltaico de capa fina

1.3.18. La eficiencia, la productividad energética de la tecnología y la protección

La eficiencia global de un sistema fotovoltaico conectado a la red, depende de las pérdidas del inversor ocasionadas por su operación, topología y la capacidad de control para incrementar la conversión de energía solar en energía eléctrica. Los controles más relevantes que deben ser analizados en el inversor son [21]:

- A. la operación en el punto de máxima potencia;

- B. el rendimiento;
- C. el control de la potencia inyectada a la red;
- D. el mejoramiento del factor de potencia;
- E. la reducción de la distorsión armónica y;
- F. la capacidad de la red eléctrica para absorber la energía excedentaria (anti-aislanding).

En la figura 10 se muestra un inversor fotovoltaico de los que normalmente se utilizan para instalaciones conectadas a la red.



Figura 10. Inversor fotovoltaico de conexión a la red

Un sistema fotovoltaico de 1 kWp es capaz de evitar la combustión de aproximadamente 77kg (170 libras) de carbón, impidiendo la emisión a la atmósfera de unos 136kg (300 libras) de dióxido de carbono y ahorrar mensualmente unos 400 litros (105 galones) de agua. Por tal motivo la energía solar es una de las fuentes con mayor perspectiva de inversión en el escenario de los sistemas eléctricos de potencia [22].

En países como España el desarrollo de sistemas fotovoltaicos conectados a la red se distingue por el concepto de concentrar la energía solar en grandes instalaciones, para luego distribuir y transportar la electricidad bajo los mismos criterios aplicados al esquema energético tradicional; sin embargo en investigaciones realizadas se ha demostrado que el modo de aprovechamiento de la energía fotoeléctrica no en todos los casos puede resultar eficientemente rentable, siendo factible aplicar otros modos de conexión que garanticen reducir pérdidas que les son características a los sistemas convencionales [23].

Esto sólo se logra mediante la instalación de la tecnología en el modo de conexión directamente en la línea de baja tensión del usuario.

Además de los requerimientos expuestos, existen otros que, por su influencia en la estabilidad y confiabilidad técnica de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red, también deben ser evaluados, como pueden ser [24]:

- A. influencia de micro faunas propias residentes en los sitios preseleccionados para la instalación;
- B. aseguramientos necesarios para el mantenimiento de la limpieza del área de la instalación y la superficie de los módulos;
- C. disponibilidad de los recursos humanos y calidad operacional del sistema.

1.3.19. La calidad de la energía

En el año 2005 considerando las reiteradas quejas de la población motivadas por un mal funcionamiento del servicio eléctrico prestado a la población, se decidió realizar un estudio sobre el servicio de energía eléctrica en el Ecuador y su impacto en los consumidores. En dicho estudio se puntualizó que los recursos naturales que generan energía eléctrica son de propiedad inalienable e imprescriptible del Estado. Se reconoce la potestad estatal de autorizar a otros sectores de la economía, la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica [25].

En la actualidad una gran cantidad de equipos son altamente sensibles a las variaciones de la tensión eléctrica. Los equipos de control de procesos basados en microprocesadores y los sistemas electrónicos de potencia son más sensibles que sus antecesores de hace 10 o 20 Años ^[26].

La calidad de la energía resulta de una atención continua; en años recientes esta atención ha sido de mayor importancia debido al incremento del número de cargas sensibles en los sistemas de distribución, las cuales por sí solas, constituyen una causa de la degradación en la calidad de la energía eléctrica ^[27].

Conceptualmente la calidad de la energía eléctrica puede definirse como una ausencia de interrupciones, sobre tensiones y deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje suministrado al usuario; esto referido a la estabilidad del voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico. Asimismo se ha determinado que uno de los problemas más comunes que ocasiona el desperdicio de energía eléctrica en las empresas es la calidad de esta, pues influye en la eficiencia de los equipos eléctricos que la usan ^[27].

Otros autores la definen cuando la energía eléctrica es suministrada a los equipos y dispositivos con las características y condiciones adecuadas que les permita mantener su continuidad sin que se afecte su desempeño ni provoque fallas a sus componentes ^[28].

Otra definición plantea que las perturbaciones eléctricas y calidad de la energía, resulta un tema esencial que ha evolucionado en la última década a escala mundial. Está relacionada con las perturbaciones eléctricas que pueden afectar las condiciones de suministro y ocasionar el mal funcionamiento o daño de equipos y procesos. Por tal razón se requiere un tratamiento integral al problema desde diversos frentes, que comprende entre otros: investigación básica y aplicada; diseño; selección; operación; mantenimiento de equipos; normalización; regulación; programas de medición y evaluación; capacitación del personal; entre otros ^[29].

Cuatro parámetros pueden servir como referencia para clasificar los disturbios de acuerdo a su impacto en la calidad de la energía ^[30]:

1. Variaciones de frecuencia;
2. Variaciones de amplitud;
3. Variaciones en la forma de onda de voltaje o corriente y;

4. Desbalanceo entre las fases de un sistema polifásico causado principalmente por la operación de cargas monofásicas desiguales que afectan principalmente a máquinas rotatorias y circuitos rectificadores trifásicos.

Por otro lado se puede afirmar que la eficiencia energética consiste en lograr reducir las potencias y energías demandadas al sistema eléctrico, sin que se afecten las actividades normales que se realizan en edificios, industrias o cualquier proceso de la sociedad, pudiendo reducir los costes técnicos y económicos de la explotación ^[31].

Desde el punto de vista técnico para que una instalación eléctrica sea eficiente se deben asegurar cuatro elementos básicos ^[31]:

1. Gestión y optimización de la contratación;
2. Gestión interna de la energía mediante sistemas de medida y supervisión;
3. Gestión de la demanda y;
4. Mejoras de la productividad mediante el control y eliminación de perturbaciones.

En la actualidad algunas aplicaciones vinculadas a las fuentes renovables de energía, como pueden ser los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, se consideran idóneas para mejorar los parámetros técnicos de la red en zonas que presentan una carga elevada en las horas del día cuando la radiación solar se encuentra disponible de ser utilizada ^[32].

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. ESPACIAL

La investigación se desarrolló en las zonas rurales de la parroquia Colón, Pachinche Adentro y Maconta Adentro.

1.4.2. Temporal

Para el desarrollo del proyecto se considerará la información existente desde el año 2011 hasta el año 2016.

1.5. Antecedentes

La provincia de Manabí constituye uno de los territorios del Ecuador, donde a pesar de los esfuerzos realizados más del 5% de la población no cuenta con el servicio

eléctrico. La mayoría corresponden a zonas rurales alejadas de la red eléctrica, donde resulta muy costoso y poco viable, extender el servicio de la red convencional.

Otro de los focos de atención para la empresa eléctrica pública resulta, los sitios rurales donde a pesar de llegar el servicio eléctrico, se confrontan problemas con la calidad del mismo, creando descontento y quejas de los usuarios. Dicha situación se está confrontando en las zonas rurales de la parroquia Colón, especialmente en los sitios denominados Pachinche Adentro y Maconta Adentro.

A esta situación hay que agregar que el sistema de líneas de distribución eléctrica de la provincia de Manabí, cuenta con más de 50 años de construcción, las cuales debido a la demanda actual y al crecimiento micro empresarial en las zonas rurales de la parroquia Colón, no garantiza la calidad requerida del servicio, por lo que deben ser reemplazadas con líneas que soporten el incremento de la demanda.

En los últimos años la provincia de Manabí viene operando cambios significativos en el esquema estructural eléctrico y tiene proyectado extender la electrificación a las familias que aún no cuentan con el servicio, así como mejorar la calidad de la energía, para lo que se prevé el aprovechamiento de las fuentes renovables donde se incluye la energía solar; pero se requiere que los territorios cuenten con los resultados del estudio de este recurso renovable, que permita realizar los cálculos relacionados con las potencialidades energéticas que puede aportar la tecnología fotovoltaica en función de la solución de la demanda social.

La Universidad Técnica de Manabí (UTM), es una universidad pública ubicada en la ciudad de Portoviejo, Manabí. Fue fundada el 29 de octubre de 1952 en el gobierno presidencial del Dr. José María Velasco Ibarra. Sus tres funciones sustantivas son: La Investigación, la Academia y la Vinculación con la sociedad; interviene con calidad en todas las esferas y sectores tanto públicos como privados mediante el apoyo de estudiantes, docentes y autoridades.

La institución universitaria posee plenas facultades para organizarse dentro de las disposiciones de la Constitución de la República del Ecuador, la Ley Orgánica de Educación Superior, su reglamento, otras leyes conexas, el Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica de Manabí y los reglamentos expedidos para estructurar la organización de la institución.

Actualmente la institución se encuentra acreditada dentro del Sistema de Educación Superior del Ecuador, ubicándose en la categoría B, de acuerdo a la Resolución del Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de

la Educación Superior (CEAACES), emitida el 09 de mayo del 2016 en base a la solicitud de recategorización y respectivo proceso de evaluación.

En los últimos meses la UTM ha dedicado esfuerzos por profundizar en el estudio de la tecnología fotovoltaica, con el objetivo de valorar su aprovechamiento para generar energía, ahorrar recursos, mejorar la calidad del servicio eléctrico, incrementar la eficiencia, reducir emisiones de CO₂ a la atmósfera y disminuir el monto de la factura eléctrica, pues se conoce por investigaciones realizadas en otros países, que la tecnología fotovoltaica aprovecha la radiación solar como combustible para la generación de energía eléctrica, donde una de sus ventajas es evitar la contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero, se obtiene la generación de electricidad con costo virtual igual a cero por concepto de consumo de combustible, reducir las pérdidas y regionalizar la generación de energía eléctrica, aliviando el subsidio económico destinado al aseguramiento del servicio eléctrico.

La UTM pretende continuar profundizando en el funcionamiento de la tecnología fotovoltaica en el modo de conexión a la red y con ello contribuir a la formación de especialistas y personal técnico del sector eléctrico en el territorio.

1.6. Justificación

El proyecto persigue propiciar información relevante relacionada con el potencial solar de la parroquia Colón y sus zonas rurales, de forma tal que se puedan impulsar proyectos de electrificación rural para los sitios que aún no cuentan con el servicio, así como utilizar la tecnología fotovoltaica en función de mejorar la calidad técnica del servicio, logrando al propio tiempo el ahorro de recursos y la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1. Hipótesis

La recopilación de los datos asociados al potencial solar, puede propiciar el aprovechamiento de esta fuente de energía para ser utilizada en interés de mejorar la calidad del servicio eléctrico en el territorio de la parroquia Colón Pachinche Adentro y Maconta Adentro.

2.1.1. Variable dependiente

Recopilación de los datos asociados al potencial solar

Conceptualización	Categoría	Indicador	Ítems	Técnica
La recopilación de los datos asociados al potencial solar, constituye un requisito indispensable, para lograr aprovechar esta fuente de energía en función de mejorar la calidad del servicio eléctrico.	Estudio de la radiación solar incidente.	Recopilación de los datos asociados al comportamiento de la radiación solar	¿Usted considera que la radiación solar incidente en el territorio puede ser aprovechado para mejorar la calidad del servicio eléctrico?	Encuesta a las personas que residen en el área de estudio.
	Evaluación del potencial solar	Interpretación energética del potencial solar.	¿Usted conoce la cantidad de energía que se puede generar mediante el aprovechamiento de la energía solar?	

2.1.2. Variable independiente

Laboratorio de bromatología

Conceptualización	Categoría	Indicador	Ítems	Técnica
El conocimiento de los datos sobre el potencial solar y la realización de los cálculos de la energía que se puede generar, constituye un elemento clave en función de utilizar la energía solar para mejorar el servicio eléctrico.	Datos del potencial solar.	Elaborar los datos del potencial solar	¿Usted conoce la potencialidad de la radiación solar en la zona?	Encuesta a las personas que residen en el área de estudio.
	Información relacionada con el cálculo energético.	Realizar el cálculo de la potencialidad energética de la energía	¿Usted conoce que la energía solar puede ser aprovechada para mejorar el servicio eléctrico en la zona?	

2.1.3. Comprobación de la hipótesis

La hipótesis ha sido comprobada mediante los resultados de la investigación, pues se pudo comprobar que los datos recopilados del potencial solar en el territorio de la parroquia Colón Pachinche Adentro y Maconta Adentro, permite la utilización de esta fuente energética en interés de mejorar la calidad del servicio eléctrico.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Recopilar los datos relacionados con el potencial solar en el territorio de la parroquia Colón Pachinche Adentro y Maconta Adentro, para ser utilizado en interés de mejorar la calidad del servicio eléctrico.

2.2.2. Objetivos específicos

- a. Estudiar la bibliografía relacionada con el tema.
- b. Recopilar los datos climáticos vinculados a la radiación solar desde 2004 a 2016 de la parroquia Colón, Pachinche Adentro y Maconta Adentro.
- c. Evaluar la situación que presenta la electrificación rural y la calidad del servicio en las zonas rurales Pachinche Adentro y Maconta Adentro.
- d. Elaborar los datos del potencial solar de la parroquia Colón Pachinche Adentro y Maconta Adentro y el cálculo de la potencialidad energética derivada de la introducción de la tecnología fotovoltaica.

2.2.3. Verificación de los objetivos

Los objetivos de la investigación fueron verificados de la siguiente manera:

- A. El desarrollo de la investigación permitió recopilar la información relacionada con el potencial solar en el territorio de la parroquia Colón Pachinche Adentro y Maconta Adentro, lo que propicia la utilización de esta fuente de energía en interés de mejorar la calidad del servicio eléctrico.

- B. Durante la realización de los trabajos se logró realizar el estudio de la bibliografía relacionada con el estudio del potencial solar y la evaluación de su uso para mejorar el servicio eléctrico en la zona estudiada.
- C. Se logró recopilar la información climática relacionada con la radiación solar desde el año 2004 al año 2016 en la parroquia Colón, Pachinche Adentro y Maconta Adentro.
- D. Se realizó la evaluación sobre la situación que presenta la electrificación rural y la calidad del servicio eléctrico en la zona estudiada.
- E. Se elaboraron los datos e informes que se reflejaron en el mapa del potencial solar y la potencialidad energética de la parroquia Colón, Pachinche Adentro, Maconta Adentro, que permitirá la introducción de la tecnología fotovoltaica para mejorar el servicio eléctrico en la zona.

2.3. Nivel de investigación

El nivel corresponde a una investigación de campo para realizar la evaluación del potencial solar de la parroquia Colón. Este tipo de investigación se define como el proceso que, utilizando el método científico, permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social (investigación pura), o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos (investigación aplicada). También conocida como investigación in situ ya que se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio. Ello permite el conocimiento más a fondo, pues se pueden manejar los datos con más seguridad y podrá soportarse en diseños exploratorios, descriptivos y experimentales, creando una situación de control en la cual manipula sobre una o más variables dependientes (efectos). Por tanto, constituye una situación provocada por el investigador para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y sus efectos en las conductas observadas. Con estos antecedentes se utilizará un tipo de investigación de campo, por cuanto corresponde a un tipo de diseño de investigación que se basa en informaciones obtenidas directamente de la realidad, permitiendo un mayor acercamiento a las condiciones reales en que se conseguirán los datos.

También se utilizará la recogida, registro y análisis de datos, que constituye una de las formas más sencillas para realizar la evaluación del potencial solar de la

parroquia Colón Pachinche Adentro y Maconta Adentro. Con los resultados obtenidos se podrá elaborar la base de datos requerida sobre el comportamiento de la radiación solar promedio anual en la zona estudiada.

2.4. Método

El método seleccionado es descriptivo-deductivo, este tipo de investigación se ocupa de la descripción de datos y características de la instalación. El objetivo es la adquisición de datos confiables, precisos y sistemáticos que fueron usados en promedios, frecuencias y cálculos estadísticos.

2.5. Técnicas

Se pondrá en práctica la encuesta que estará enfocada a los pobladores de la zona, para obtener criterios sobre el servicio eléctrico, el conocimiento que poseen sobre el tema de las energías renovables y especialmente la energía solar y el nivel de aceptación de la sociedad a las soluciones que se proponen.

CAPÍTULO III

3. Selección de la muestra

3.1. Población y muestra

Encuestas a los pobladores de Pachinche adentro y Maconta adentro.

Población y muestra: Los cálculos se realizaron según la ecuación 1.

$$n = 98$$

$$P = 0.5$$

$$Q = 0.5$$

$$e = 0.1$$

$$Z = 95\% = 1.96$$

$$n = \frac{(Z)^2 (P)(Q)}{(e)^2} \tag{1}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,5) (0,5)}{(0,1)^2}$$

$$n = \frac{(3,92) (0,5) (0,5)}{(0,01)}$$

$$n = \frac{0,98}{(0,01)}$$

$$n = 98$$

Dónde:

n → Tamaño de la muestra

Z → Nivel de confianza

P → Probabilidad de ocurrencia = 0.5

Q → Probabilidad de no ocurrencia = 0.5

e → Probabilidad de error = 0,1

3.2. Recolección y análisis de los datos e interpretación de los resultados

Fueron tabulados y cuantificados los resultados de 98 encuestas (ver el anexo 1) a los pobladores de la parroquia Colón, Pachinche Adentro y Maconta Adentro. Los objetivos de la encuesta se enfocaron a definir una aproximación respecto al criterio que poseen los usuarios, relacionado con a la calidad del servicio eléctrico en Pachinche Adentro y Maconta Adentro, así como los criterios y aceptación de la población en relación con una solución derivada del uso de las fuentes renovables de energía.

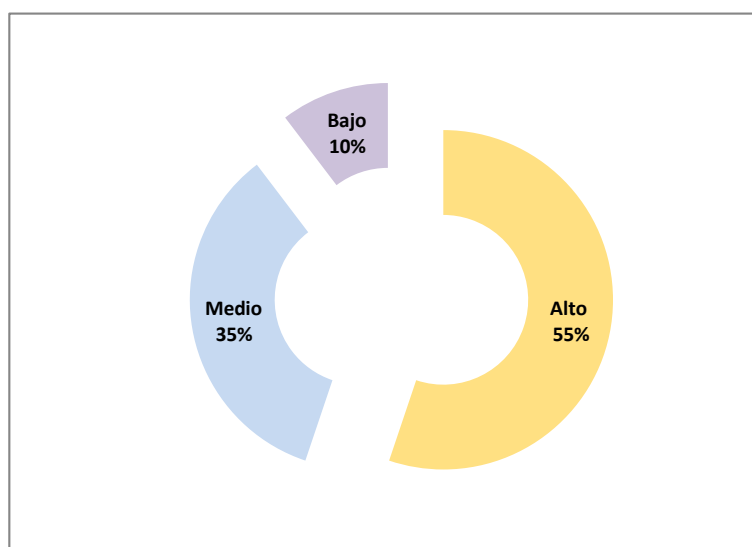
1. Pregunta ¿Qué papel usted le concede a la necesidad del servicio eléctrico?

Criterios respecto al papel que se le concede a la necesidad del servicio eléctrico.

Opción	Frecuencia	%
Alto	53	55
Medio	33	35
Bajo	10	10
Muy bajo	0	0
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: Se pudo comprobar que el 55% de las personas encuestadas opinan que es alto el papel que se le concede a la necesidad del servicio eléctrico; mientras que el 35% opina que es medio y; el 10% que es bajo.

Análisis: En la actualidad no suele haber alguna actividad social donde el servicio eléctrico no resulte necesario. En el campo de la salud, la seguridad, la recreación, el confort, la alimentación, el esparcimiento y otras muchas actividades, se desarrollan gracias a los adelantos experimentados en la tecnología de la electrónica y todas ellas funcionan consumiendo energía eléctrica. Sin embargo, cerca de la mitad de las personas encuestadas plantean que la necesidad de este servicio puede ser medio o bajo y ello está poniendo de manifiesto la poca importancia y el escaso significado que algunos ciudadanos que fueron encuestados le conceden al consumo de energía. Esta situación es frecuente que se produzca en zonas donde la calidad del servicio no es adecuada, pues los problemas que se confrontan, suelen afectar el sentido de pertenencia de la población en relación con el servicio eléctrico.

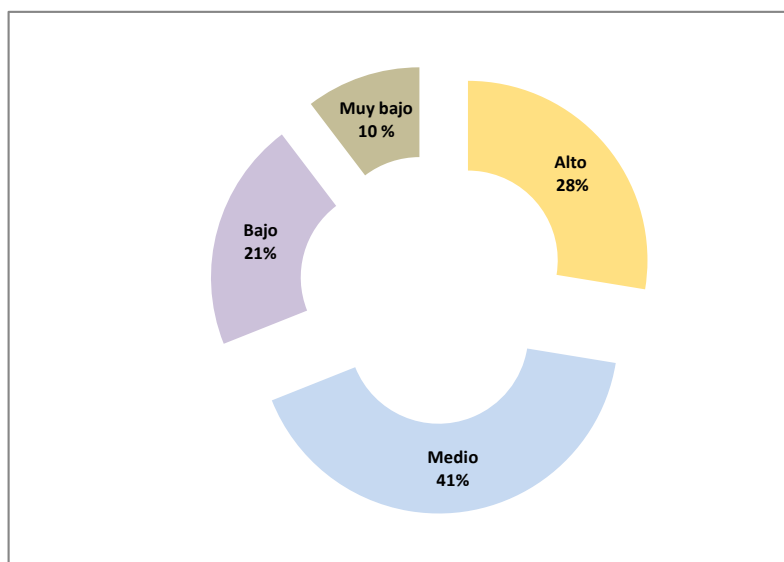
2. Pregunta ¿En qué nivel usted considera que se encuentra la calidad del servicio eléctrico en la zona donde usted reside?

Criterios respecto a la calidad del servicio eléctrico.

Opción	Frecuencia	%
Alto	26	28
Medio	40	41
Bajo	20	21
Muy bajo	10	10
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 28% de los ciudadanos encuestados opinaron que la calidad del servicio eléctrico en la zona donde residen es alta; el 41% plantea que es media; el 21% que es bajo y; el 10% que resulta muy baja.

Análisis: La generación eléctrica en la provincia de Manabí es básicamente térmica, mediante el consumo de petróleo y está comprobado que cuando los centros de consumo se encuentran alejados de la generación, la calidad del servicio eléctrico no resulta óptima, con bajo voltaje e interrupciones frecuentes. Esta situación guarda estrecha relación con el tema abordado en la pregunta anterior, pues se corrobora que la calidad del servicio en las comunidades de la parroquia Colón Pachinche Adentro y Maconta Adentro no es buena, principalmente en el horario pico el voltaje presenta fluctuaciones que afectan a los equipos y durante la época de invierno estos problemas se incrementan con la ocurrencia de las lluvias.

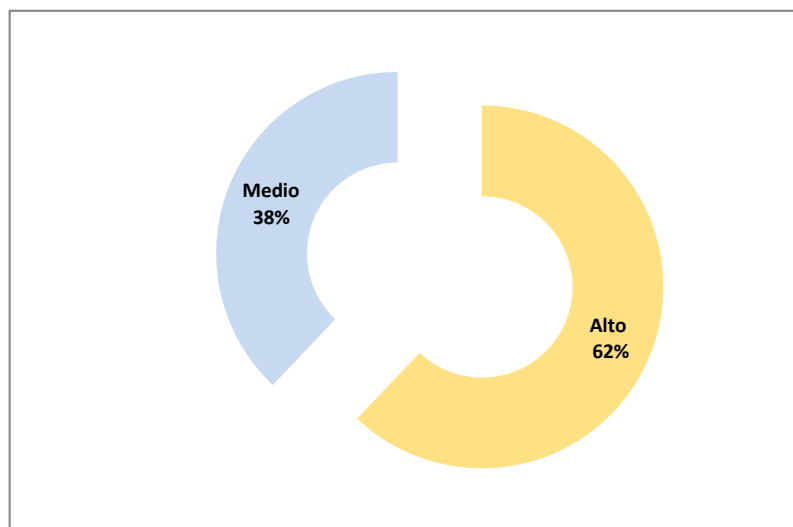
3. Pregunta ¿Usted considera que se puede mejorar el servicio eléctrico aplicando tecnologías de energía solar?

Criterios respecto a la mejoría del servicio eléctrico aplicando tecnologías de energía solar.

Opción	Frecuencia	%
Alto	60	62
Medio	36	38
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 62% de los ciudadanos encuestados opinaron, que la posibilidad de mejorar el servicio eléctrico mediante la aplicación de tecnología de energía solar es alta; mientras que el 38% consideró que dicha posibilidad es media.

Análisis: Los sistemas fotovoltaicos se basan en la capacidad de las celdas fotovoltaicas de transformar la energía solar en energía eléctrica en forma de corriente directa (DC). En un sistema conectado a la red esta energía mediante el uso de un inversor es transformada a corriente alterna, la cual puede ser utilizada en hogares o instituciones con capacidad de evitar combustibles fósiles para generar electricidad y mejorar el perfil de tensión de la red junto con otros beneficios que sólo se logran con el aprovechamiento de la energía solar en el modo de la generación distribuida ^[33].

El elemento de la calidad del servicio en las comunidades estudiadas de la parroquia Colón, puede mejorarse con la implementación de la energía solar fotovoltaica conectada a la red, pudiendo con ello obtener varios beneficios técnicos

como: mejorar el perfil de tensión; reducir el monto de la factura eléctrica para la institución; ahorrar recursos naturales y reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Lo expresado anteriormente fue corroborado mediante el desarrollo de un proyecto de investigación realizado en la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí durante el año 2015, con el título: “Implementación de una micro red fotovoltaica conectada a la red, para suministrar energía eléctrica al primer piso del edificio No. 3 de docentes a tiempo completo de la UTM, el ahorro y la eficiencia energética”, donde se realizaron mediciones con un analizador de redes antes y después de conectar el sistema fotovoltaico y como resultado se comprobó que luego de la instalación de la tecnología, el perfil de tensión y estabilidad de la energía en la red se vio beneficiada durante las horas del día cuando la energía solar se encuentra disponible ^[34].

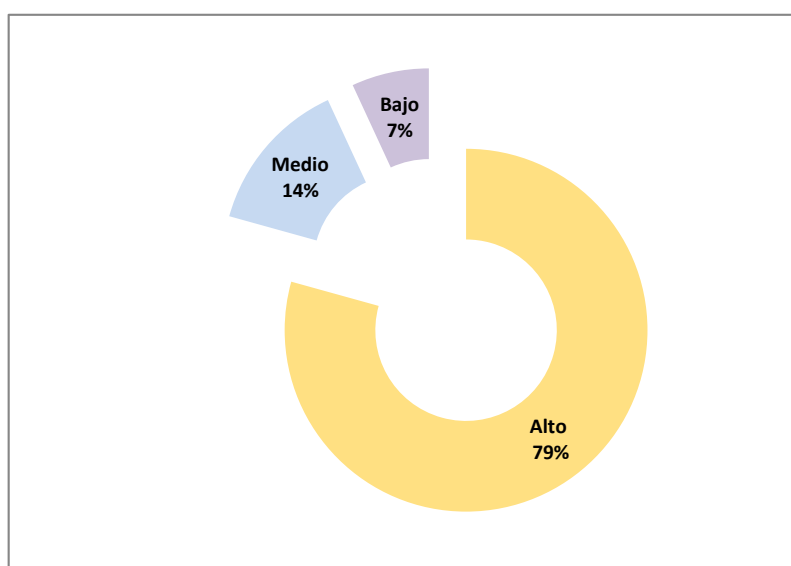
4. Pregunta ¿Qué nivel de impacto usted considera que tiene la energía solar para la preservación de los recursos naturales?

Criterios respecto al impacto de la energía solar en la preservación de los recursos naturales.

Opción	Frecuencia	%
Alto	76	79
Medio	13	14
Bajo	7	7
Muy bajo	0	0
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 79% de los encuestados opinaron que la energía solar puede tener un impacto alto en la preservación de los recursos naturales; el 14% planteó que el impacto puede ser medio; mientras que un 7% expresó que es bajo.

Análisis: La generación de energía en la provincia de Manabí, que es la que se consume en las comunidades rurales de la parroquia Colón (Pachinche Adentro, Maconta Adentro), tiene un origen térmico mediante el consumo de petróleo. Se conoce que el índice de consumo de combustible para la generación es aproximadamente de 0,25 ton de petróleo por cada MWh de electricidad generado (0,25ton/MWh). Esto quiere decir que cada 4 MWh de energía fotovoltaica que se pueda generar, se está ahorrando una tonelada de petróleo. Lo expresado anteriormente demuestra el alto impacto que puede tener la energía fotovoltaica para la preservación de los recursos naturales.

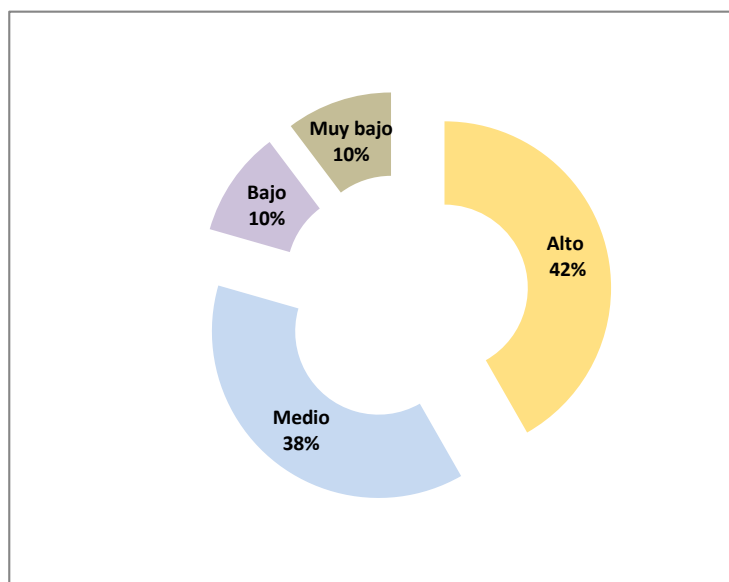
5. Pregunta ¿Cuál es su noción acerca de la posibilidad de generar electricidad con la energía solar?

Criterios acerca de la posibilidad de generar electricidad con la energía solar.

Opción	Frecuencia	%
Alto	40	42
Medio	36	38
Bajo	10	10
Muy bajo	10	10
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 42% de los ciudadanos que fueron encuestados, manifestaron que la posibilidad de generar electricidad con la energía solar es alta; un 38% opinó que la posibilidad es media; un 10% que es baja y; un 10% muy baja.

Análisis: El resultado de la encuesta permitió constatar que más de la mitad de las personas encuestadas en las comunidades rurales de la parroquia Colón, Pachinche Adentro y Maconta Adentro, no posee una noción adecuada de las posibilidades de la tecnología fotovoltaica para la generación de electricidad. En los últimos años se ha producido un despegue de instalaciones fotovoltaicas en ciudades del primer mundo, ya que el mercado fotovoltaico está sufriendo un fuerte incremento anual a nivel mundial, donde los sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica, han alcanzado un desarrollo tal, que ya se pueden encontrar grandes centrales fotovoltaicas, las que generan potencias del orden de los *MW*. Encabezando esta lista la central de Hemau en Alemania con una potencia de 4 *MWp*; acompañada de otras como la Serre en Italia con

3,3 *MWp*; la de Múnich con 2 *MWp* y la de Toledo de 1 *MWp*, entre otras ^[35]. La tecnología fotovoltaica conectada a la red de baja tensión, posee potencialidades para reducir las pérdidas; ahorrar recursos naturales; reducir el monto de la factura eléctrica; disminuir las emisiones de CO₂ a la atmósfera y; mejorar el servicio eléctrico en el sitio donde se instala ^[36].

Se recomienda que las autoridades de la parroquia Colón desarrollen en coordinación con la Universidad Técnica de Manabí, proyectos de orientación y capacitación de la población, sobre las bondades de la energía fotovoltaica en función de generar energía eléctrica, mejorar la calidad del servicio y propiciar la protección del medio ambiente.

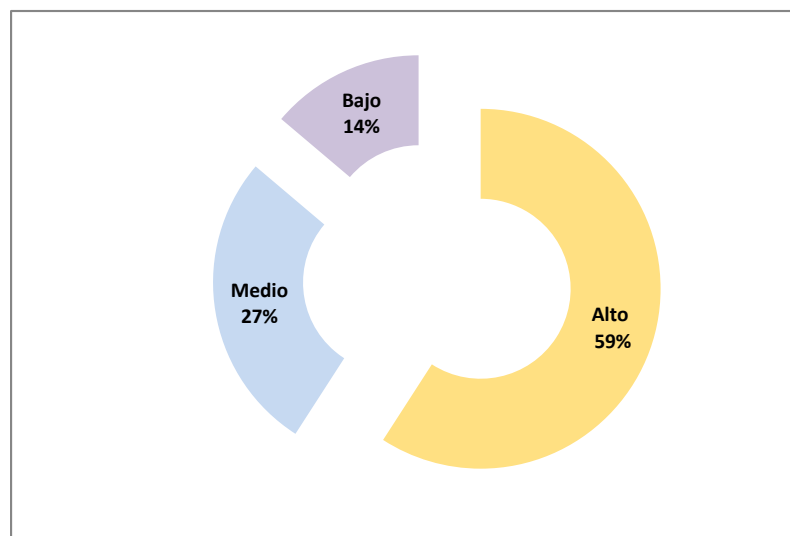
6. Pregunta ¿De su consideración, ¿cuál es el impacto de la utilización de la energía solar para el ahorro económico relacionado con la generación de electricidad?

Criterios respecto al ahorro económico que puede proporcionar la energía solar en la generación de electricidad.

Opción	Frecuencia	%
Alto	57	59
Medio	26	27
Bajo	13	14
Muy bajo	0	0
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 59% de los ciudadanos que fueron encuestados, manifestaron que la energía solar puede tener un impacto alto en función del ahorro económico de la institución; el 27% planteó que es medio y; el 14% opinó que la influencia es baja.

Análisis: Las tecnologías de energía solar fotovoltaica cuando se conectan directamente a la red de baja tensión de un usuario, pueden reducir el consumo de electricidad de la red convencional de manera diametralmente proporcional a la cantidad de electricidad que es capaz de generar la instalación fotovoltaica. Esto quiere decir que, si el usuario consume más del 80% de la electricidad durante las horas del día, dicho consumo puede ser cubierto mediante la generación de energía solar y en ese caso se pudiera reducir proporcionalmente el monto de la factura eléctrica, sólo bastaría con diseñar adecuadamente la instalación, en correspondencia con la potencia requerida

en función del consumo de energía por dicho usuario y la calidad de la radiación solar incidente en el sitio donde se ubica la institución.

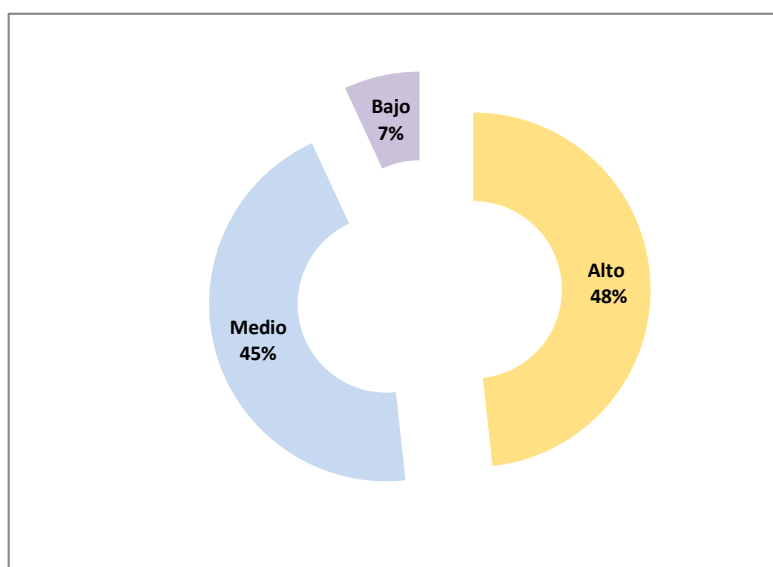
7. Pregunta ¿Cómo considera usted la calidad del potencial solar que insidie en el sitio Pachinche Adentro, Maconta Adentro?

Criterios respecto a la calidad del potencial solar en los sitios donde se ubican las comunidades Pachinche Adentro y Maconta Adentro.

Opción	Frecuencia	%
Alto	46	48
Medio	43	45
Bajo	7	7
Muy bajo	0	0
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 48% de los ciudadanos que fueron encuestados, manifestaron que la calidad del potencial solar que incide en los sitios donde se ubican las comunidades rurales Pachinche Adentro y Maconta Adentro es alto; el 45% opinó que es de mediana calidad; mientras que el 7% planteó que la calidad es baja.

Análisis: Desde el año 2015 se desarrolla en la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí, el proyecto denominado “Sistema de Información Geográfica para el Desarrollo Sostenible” (SIGDES), con el objetivo de impulsar el uso de las fuentes renovables de energía, para alcanzar el desarrollo energético sostenible en la provincia de Manabí.

Mediante la gestión del proyecto mencionado anteriormente, se ha podido realizar el estudio del potencial solar de la provincia, logrando comprobar que dicho

potencial resulta factible para la generación de electricidad mediante la implementación de tecnologías fotovoltaicas.

Para que se tenga una idea de la calidad e intensidad del potencial solar que incide en el territorio, se ha podido calcular que la radiación solar promedio que incide en la provincia, es equivalente a medio litro de petróleo por metro cuadrado día del espacio territorial, estos datos se han podido realizar a partir de las investigaciones realizadas en el proyecto SIGDES ^[37].

La investigación ha podido demostrar que el potencial solar incidente en las comunidades rurales Pachinche Adentro y Maconta Adentro, puede ser aprovechado para generar electricidad y con ello mejorar la calidad del servicio eléctrico en dichas zonas, además de lograr otras ventajas como pueden ser: el ahorro de recursos naturales, la reducción de la factura eléctrica al lograr consumir menos electricidad de la red convencional y contribuir a la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

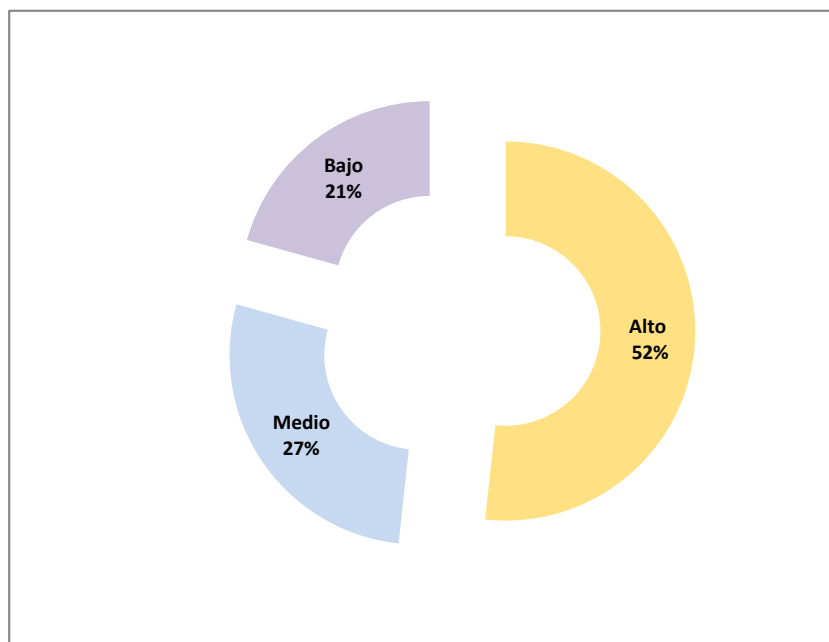
8. Pregunta ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía solar puede contribuir al ahorro de recursos y la eficiencia?

Criterios respecto al ahorro de recursos y la eficiencia mediante la implementación de la energía solar.

Opción	Frecuencia	%
Alto	50	52
Medio	26	27
Bajo	20	21
Muy bajo	0	0
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 52% de los encuestados considera que el aprovechamiento de la energía solar puede ofrecer un resultado alto en lo que respecta el ahorro de recursos y la eficiencia energética; el 27% planteó que la contribución puede ser media y; el 21% que puede ser baja.

Análisis: Los resultados de dos proyectos fotovoltaicos realizados en la Universidad Técnica de Manabí ^{[34], [36]} en el año 2016, demostraron que la implementación de la energía solar puede ofrecer una contribución alta en el ahorro de recursos y la eficiencia energética.

En la provincia de Manabí las pérdidas asociadas al servicio eléctrico pueden llegar a ser hasta del 23%, que con la implementación de la tecnología fotovoltaica conectada directamente a la red de baja tensión se pueden evitar, pues la electricidad se genera en el mismo sitio donde se consume y en ese caso se anulan las pérdidas del

sistema por transportación, distribución y transformación. Estos resultados implican que, por cada kWh de energía fotovoltaica suministrada al consumo, se puede ahorrar más de un kWh de energía generada con el petróleo.

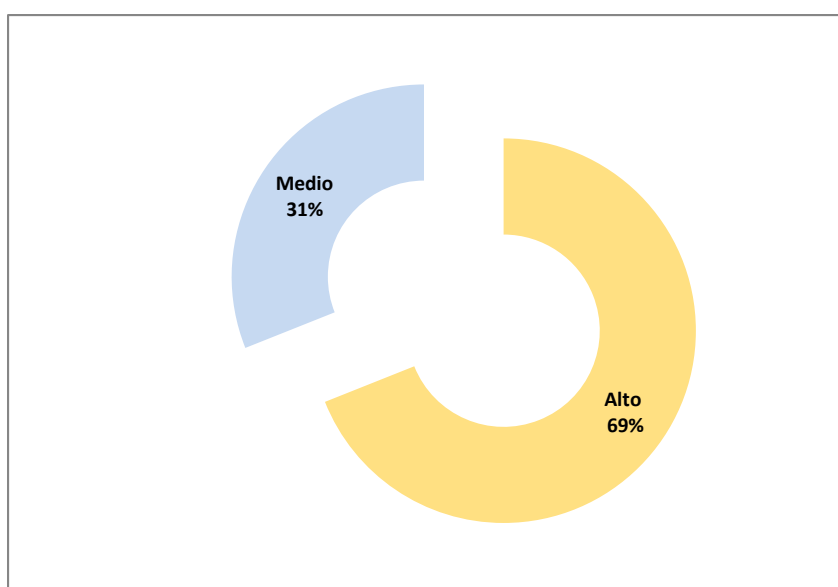
9. Pregunta ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía solar puede contribuir a la protección del ambiente?

Criterios respecto a la protección ambiental mediante el aprovechamiento de la energía solar.

Opción	Frecuencia	%
Alto	66	69
Medio	30	31
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 69% de los encuestados plantearon que el aprovechamiento de la energía solar puede crear beneficios altos a la protección ambiental; mientras que el 31% opinó que dichos beneficios pueden ser medios.

Análisis: Según datos publicados por la Agencia Internacional de Energía, cuando se analizan los efectos ambientales de la generación de electricidad mediante la quema del petróleo, se puede verificar que por cada MWh generado se emiten 0,9 toneladas de CO₂ a la atmósfera, resultando una operación técnica muy contaminante y dañina de las condiciones ambientales, principalmente incrementa el efecto invernadero. Se puede afirmar que el factor contaminante derivado de la generación de electricidad con el uso de petróleo, puede experimentar una alta reducción cuando se logra implementar el aprovechamiento de la energía solar ^[36] y desde el punto de vista económico, si bien ahorra el consumo de petróleo, el combustible que utiliza la tecnología fotovoltaica tiene un costo virtual igual a cero.

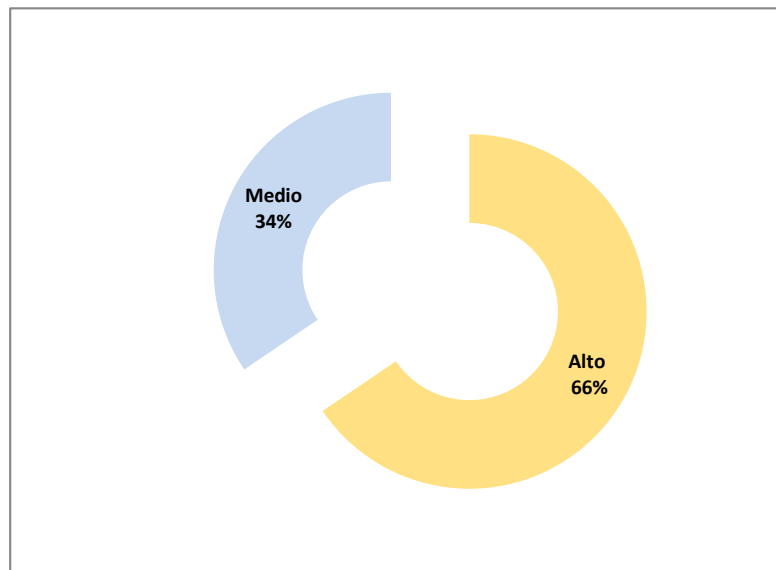
10. Pregunta ¿En qué medidas usted considera que la introducción de tecnología de energía solar en la comunidad, puede propiciar la transformación de la conciencia energética de la población?

Criterios respecto a la transformación de la conciencia energética de la población, que se puede propiciar con la introducción de tecnologías de energía solar.

Opción	Frecuencia	%
Alto	63	66
Medio	33	34
Bajo	0	0
Muy bajo	0	0
Total	96	100

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 66% de los encuestados plantearon que la implementación de la tecnología de energía solar en las comunidades Pachinche Adentro, Maconta Adentro, puede tener una influencia alta en la transformación de la conciencia energética de los ciudadanos; mientras que el 34% consideró que la influencia puede ser media.

Análisis: La implementación de la tecnología de energía solar en las comunidades rurales Pachinche Adentro, Maconta Adentro, implica que dichas comunidades dejen de ser una simple consumidora de energía, dissociada de la gestión energética, a una organización social que es capaz de generar la energía que consume y con ello lograr una contribución relevante, que puede reforzar la imagen ambiental de

las comunidades ante la sociedad. La situación señalada anteriormente puede influir en la creación de una nueva conciencia energética de la población, pues se transforman de simples consumidores disociados de la gestión energética, en productores directos de la electricidad que consumen.

3.3. Elaboración del reporte de los resultados.

3.3.1. Datos del potencial solar en el territorio estudiado.

En los últimos tiempos cada vez es más necesario priorizar la atenuación del proceso energético para satisfacer la demanda, por sus profundos efectos sobre la sostenibilidad del desarrollo socioeconómico, e incluso por su implicación para la supervivencia humana, debido a que el sistema económico basado en el petróleo, no solo es insostenible, sino que amenaza a la propia especie, porque la contaminación producida por el empleo derrochador de los combustibles fósiles ha puesto en peligro a la humanidad, debido al crecimiento acelerado de las concentraciones atmosféricas de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos cuando se queman ^[38].

La producción de energía, sobre todo la que se realiza sobre la base de combustibles fósiles, puede provocar una contaminación atmosférica significativa a escala local, regional y global, tanto por la emisión directa de contaminantes primarios, como por los contaminantes secundarios que se forman en la propia atmósfera a partir de los primarios. La contaminación atmosférica se define como: la alteración de la composición química media de la misma, a niveles de concentración de los contaminantes que producen efectos adversos sobre la salud humana y otros elementos del medio ambiente como ríos, lagos, mares, bosques, y por supuesto toda forma de vida encontrada en esos lugares ^[39].

Casi todas las FRE son derivadas de la energía que proporciona el Sol, la mayor parte de la energía solar que llega a la Tierra se transforma en energía térmica: 76 % calienta la atmósfera, 23 % mantiene el ciclo hidrológico, cerca del 1% restante causa los vientos y las corrientes oceánicas y una fracción muy pequeña se emplea en la fotosíntesis que permite el crecimiento de los vegetales y las cosechas ^[38].

La intensidad de energía solar disponible en un punto determinado de la tierra depende de la forma complicada pero predecible, del día, del año y de la hora. La provincia de Manabí se encuentra ubicada en el territorio costero del Ecuador, posee uno de los niveles más elevados de la radiación solar incidente en relación con el resto del país.

Durante la investigación se partió de analizar el potencial solar promedio anual que incide en la provincia de Manabí. En la tabla 1 se muestra la información estadística del potencial solar promedio anual y por meses del año en la provincia.

Tabla 1. Datos estadísticos de la radiación solar diaria promedio anual de la provincia de Manabí

Concepto	Prom. anual	Ener	Feb	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sep	Oct	Nov	Dic
	<i>(kWh/m² día)</i>												
Potencial solar diario promedio anual	4,601	4,982	4,977	5,526	5,409	4,867	3,93	3,753	4,056	4,312	4,269	4,367	4,758

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto SIGDES

Una vez recopilada la información del potencial solar promedio anual de la provincia de Manabí se puede definir que, en el cantón Portoviejo la radiación solar presenta una variación relativa durante el año, dada la ubicación latitudinal del territorio en relación con el movimiento aparente del Sol y las condiciones climáticas propias que tienen lugar, ello permitió realizar el cálculo del potencial solar en el territorio del cantón y especialmente en las comunidades Colón, Pachinche Adentro y Maconta Adentro. En la tabla 2 se muestran los datos estadísticos relativos al potencial solar promedio anual en la zona de estudio.

Tabla 2. Radiación solar promedio anual que incide en la ciudad de Portoviejo

Concepto	Prom. anual	Ener	Feb	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sep	Oct	Nov	Dic
	<i>(kWh/m² día)</i>												
Cantón Portoviejo	4,850	5,385	5,270	5,865	5,775	5,235	4,085	3,830	4,115	4,430	4,470	4,610	5,135
Comunidad Colón	4.820	5.470	5.300	5.810	5.740	5.210	4.090	3.660	4.000	4.370	4.400	4.590	5.220
Comunidad rural Pachinche Adentro	4.820	5.470	5.300	5.810	5.740	5.210	4.090	3.660	4.000	4.370	4.400	4.590	5.220
Comunidad rural Maconta Adentro	4.790	4.910	5.010	5.810	5.750	5.180	4.080	4.090	4.210	4.390	4.610	4.610	4.790

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto SIGDES

En la figura 11 se muestra el mapa a escala cromática con el potencial solar diario promedio anual en la provincia de Manabí.

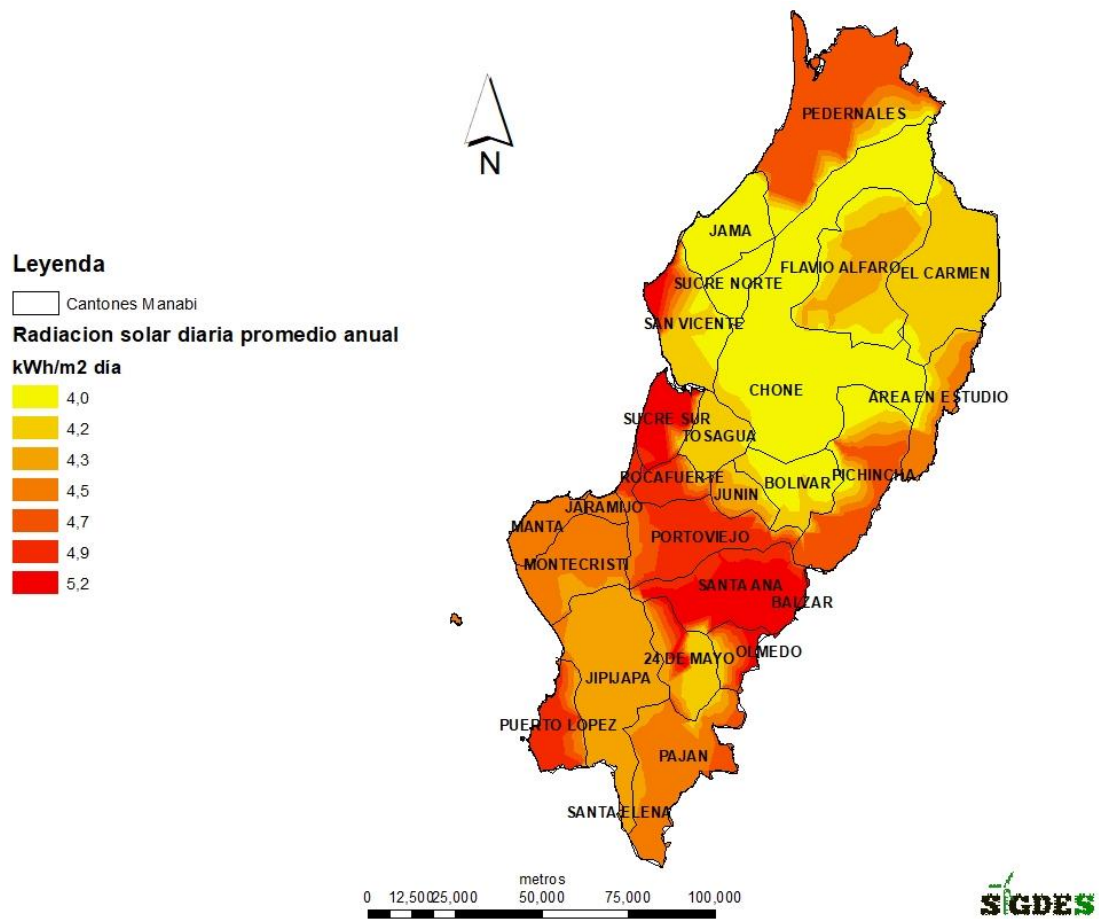


Figura 11. Mapa a escala cromática con el potencial solar diario promedio anual, de la provincia de Manabí
Fuente: Elaboración propia en base a información de SIGDES

En la figura 12 se muestra el mapa a escala cromática con el potencial solar diario promedio anual del cantón Portoviejo, donde se ubican las comunidades Colón, Pachinche Adentro y Maconta Adentro.

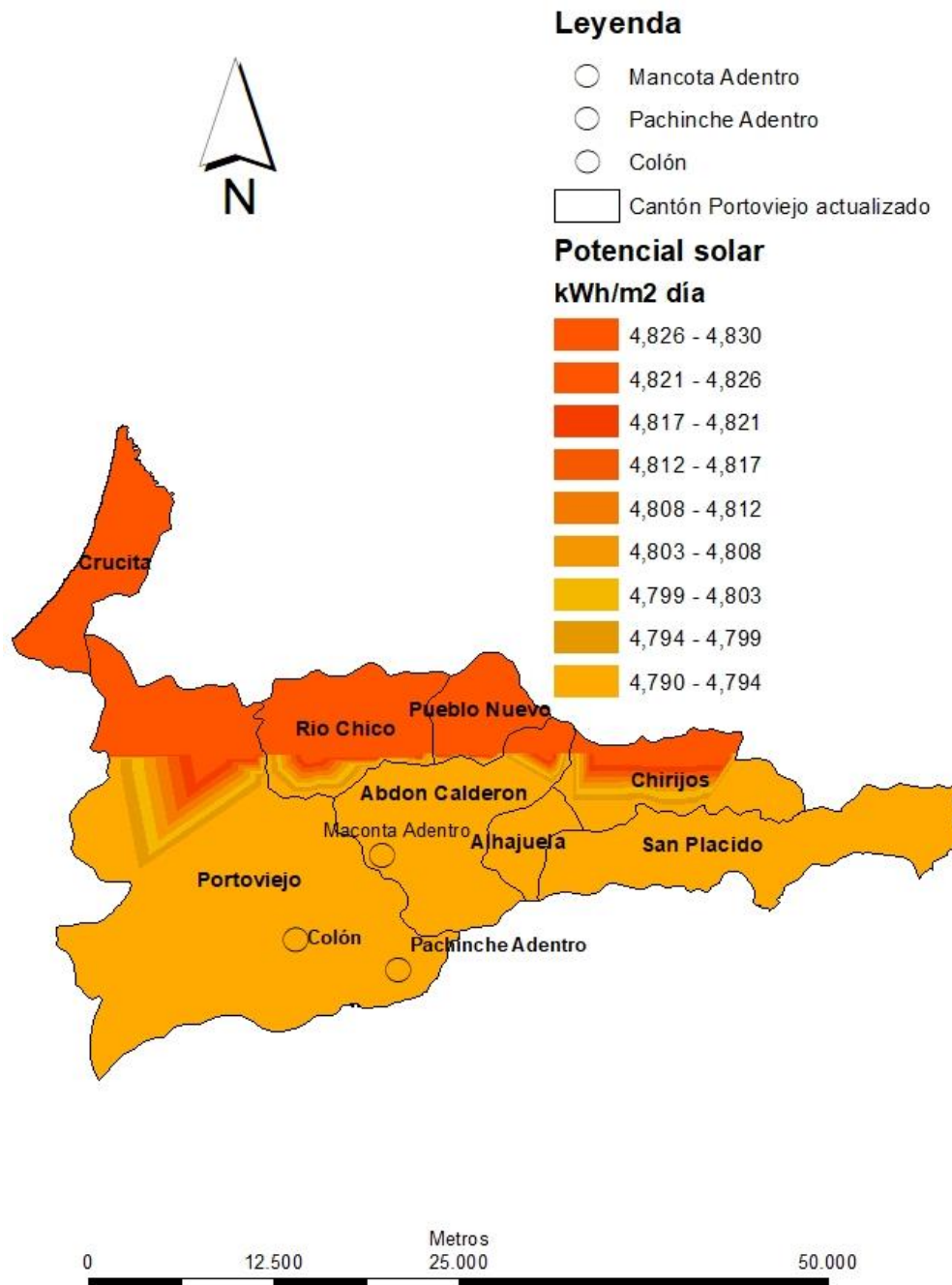


Figura 12. Mapa a escala cromática con potencial solar diario promedio anual, de la provincia de Manabí

Fuente: Elaboración propia en base a información de SIGDES

La información recopilada en la tabla 2 permitió definir que, el nivel de la radiación solar promedio anual incidente en el cantón Portoviejo y las comunidades rurales estudiadas, permite ser aprovechada en función de introducir la tecnología fotovoltaica conectada a la red, asegurando niveles energéticos que permiten mejorar la calidad del servicio en la zona, ahorrar recursos naturales y contribuir a disminuir las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

A partir de la información recopilada sobre el comportamiento del potencial solar promedio anual que incide en la zona estudiada, se realizó el cálculo de la productividad energética mediante la introducción de la tecnología fotovoltaica y para ello se determinó la productividad normalizada¹. Para la realización de los cálculos se aplicó la ecuación 2.

$$Pn = Pspa * PFV * Acc * \eta_t * \eta_c \quad (2)$$

Donde:

Pn → productividad normalizada (kWh/kWp día)

$Pspa$ → potencial solar promedio anual (kWh/m² día)

PFV → potencia fotovoltaica (kWp)

Acc → área de captación solar de las células fotovoltaicas (6,4m²)

η_t → eficiencia técnica de los módulos (cuando se trata del silicio policristalino es igual al 13%. Si se trata del silicio monocristalino es igual al 16%)

η_c → eficiencia promedio de captación de la radiación durante el ciclo de vida (86%)

Los datos obtenidos permiten calcular que con la radiación solar promedio que incide en el cantón Portoviejo, se garantiza que por cada kWp de fotovoltaica instalada se puedan generar hasta unos 36 MWh de electricidad en del ciclo de vida de la tecnología, con un costo promedio estimado en 9 centavos de dólar el kWh generado.

Los cálculos energéticos fueron realizados aplicando la ecuación 3.

$$GeCv = Pn * Toa * ToCv \quad (3)$$

Donde:

$GeCv$ → generación de energía en el ciclo de vida de la tecnología (MWh/Cv)

Toa → tiempo de operación en un año (1 año=365días)

$ToCv$ → tiempo de operación en el ciclo de vida (25 años)

¹ La productividad normalizada constituye un indicador que representa el resultado del cálculo sobre la cantidad de energía eléctrica que puede ser generada por cada kWp de tecnología fotovoltaica instalada en un día de operación. En ello juega un papel determinante la consideración del potencial solar incidente en el sitio de la instalación. Se expresa (kWh/kWp día).

En la tabla 3 se muestra el cálculo de la productividad normalizada promedio anual y por meses del año.

Tabla 3. Productividad normalizada promedio anual y por meses del año

Concepto	Prom. anual	Ener	Feb	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sep	Oct	Nov	Dic
	(kWh/m ² día)												
Cantón Portoviejo	3,470	3,853	3,771	4,197	4,132	3,746	2,923	2,740	2,944	3,170	3,198	3,299	3,674
Comunidad Colón	3.449	3.914	3.792	4.157	4.107	3.728	2.926	2.619	2.862	3.127	3.148	3.284	3.735
Comunidad rural Pachi	3.449	3.914	3.792	4.157	4.107	3.728	2.926	2.619	2.862	3.127	3.148	3.284	3.735
Comunidad rural Maco	3.427	3.513	3.585	4.157	4.114	3.706	2.919	2.926	3.012	3.141	3.299	3.299	3.427

Fuente: Elaboración propia con datos del proyecto SIGDES

3.4. Algunas consideraciones relacionadas con las instalaciones conectadas a la red de baja tensión del usuario

En algunos países europeos que son líderes en el desarrollo de sistemas fotovoltaicos conectados a la red, prevalece el concepto de concentrar la energía solar en grandes instalaciones, para luego distribuir y transportar la electricidad bajo los mismos criterios aplicados al esquema energético tradicional; este proceso supone un diseño típico de pérdidas, que incluso se planifican y que van a estar en dependencia de la magnitud de los procesos de distribución, las distancias de transportación de la electricidad, así como el estado de las redes y el resto de los elementos técnicos del sistema.

No obstante, es perfectamente verificable que, en las condiciones del sistema eléctrico ecuatoriano y especialmente en la región costa, dicho modo de aprovechamiento de la energía fotoeléctrica, no en todos los casos resulta eficientemente rentable, pudiendo aplicarse modalidades de conexión que garantizan reducir unas pérdidas que le son típicas a los sistemas convencionales centralizados.

En la provincia de Manabí las pérdidas promedio del sistema eléctrico pueden estar estimadas hasta en un 15%, de los cuales el 5% corresponden a la transportación de la energía y un 10% a la distribución. Durante la etapa de diseño de los sistemas fotovoltaicos resulta importante considerar esta particularidad, pues con una misma potencia instalada, es decir, con un mismo gasto económico de inversión pueden lograrse diferentes resultados.

En la tabla 4 se muestran los resultados de una simulación de laboratorio relacionada, con el supuesto de dos centrales FV de 1 MWp ubicadas en Portoviejo. La primera conectada a la red de distribución, estimándose pérdidas promedio del 5 % asociada a los procesos de transportación y 10 % vinculada a distribución; la segunda conectada directamente a la carga del centro de demanda y partiendo de que en ningún sistema eléctrico las pérdidas llegan a ser iguales a 0, se prevén mermas energéticas del 2 %. En el análisis se pueden apreciar los impactos económicos y ambientales en ambos casos.

Tabla 4. Resultados de la simulación técnica.

Variante	TC (kWh/kWp)	Ega (MWh/año)	Esc (MWh/año)	IE (USD)	IA (ton CO ₂)
Conectado a la red de distribución.	1 444	1 444	1 228	368 297,00	1 105,20
Conectado a la red de baja tensión.	1 444	1 444	1 415	424 625,60	1 273,80
Diferencia	--	--	187	56 328,60	168,60

Fuente: Realización propia mediante el manejo del software *PVSyst V5.55*

Descripción de acrónimos:

TC→ Tiempo característico² (kWh/kWp año)

Ega→ Cálculo de energía que puede generarse en un año (kWh/año)

Esc→ Estimado de energía que puede ser suministrada al consumo (kWh/año)

IE→ Estimado del Impacto económico para el estado (USD)

IA→ Estimado del Impacto ambiental (USD)

En la tabla 4 se puede apreciar que de asumir la instalación de una central fotovoltaica de 1 MWp en el modo de la generación centralizada, en relación con otra instalada directamente a la red de baja tensión de los usuarios en el modo de la generación distribuida, las diferencias en un solo año de operación en detrimento de la variante centralizada, llega a ser de decenas de MWh dejados de servir al consumo, pues se disipan en pérdidas, lo que representa más de cincuenta y seis mil dólares que se pierden, representando un aproximado de 168,8 ton de CO₂ emitidos a la atmósfera.

Con los resultados observados anteriormente se puede plantear que, para la instalación de los sistemas, es recomendable alcanzar una mayor proximidad de la generación a la carga, reduciendo las pérdidas y garantizando una mayor eficiencia y la recuperación económica del sistema en más breves plazos. Esencialmente aprovechando las áreas techadas, áreas perimetrales y otras superficies del ámbito comunitario donde actualmente no es óptimo el aprovechamiento del espacio.

² Resulta el estimado de la energía que se puede generar con un kWp de fotovoltaica instalado durante un año de operación. Es el equivalente a la productividad normalizada por 365 días.

Conclusiones

1. La realización de la investigación permitió recopilar los datos relacionados con el potencial solar en el territorio de la parroquia Colón Pachinche Adentro y Maconta Adentro, con el objetivo de ser utilizado en interés de mejorar la calidad del servicio eléctrico de la zona estudiada
2. Se logró profundizar con el estudio de la bibliografía relacionada con la elaboración y evaluación de los valores relativos al potencial solar, especialmente de la provincia de Manabí y el cantón Portoviejo, así como en relación con el desarrollo tecnológico de la generación distribuida y la fotovoltaica.
3. Los trabajos desarrollados permitieron recopilar los datos sobre el comportamiento del clima asociado a la radiación solar de la provincia de Manabí y especialmente en el cantón Portoviejo, la parroquia Colón y las comunidades rurales Pachinche Adentro y Maconta Adentro.
4. Se realizó la evaluación de la situación que presenta la calidad del servicio eléctrico en las comunidades rurales Pachinche Adentro y Maconta Adentro.
5. Se elaboraron los datos relacionados con el potencial solar y los cálculos del potencial energético que pudiera lograrse con la tecnología fotovoltaica conectada a red de baja tensión de los usuarios, en la parroquia Colón y especialmente en las comunidades rurales Pachinche Adentro y Maconta Adentro.

Recomendaciones

- I. La evaluación del potencial solar de la zona estudiada se realizó, a partir de la información ofrecida por la NASA, por lo que se recomienda poder profundizar en dicho estudio mediante la utilización de otras fuentes de datos satelitales, que permitan profundizar los estudios sobre el comportamiento de la radiación solar horaria en el territorio de la provincia de Manabí y especialmente en el cantón Portoviejo.
- II. Se recomienda que otros proyectos puedan seguir profundizando en el comportamiento de la tecnología fotovoltaica en las condiciones de la radiación solar, el clima y las condiciones ambientales del cantón Portoviejo, aprovechando los resultados de la instalación fotovoltaica que existe en la Universidad Técnica de Manabí.
- III. El cambio climático resulta un fenómeno que está influyendo de manera relevante en las condiciones climáticas del país, por lo que resulta recomendable que se continúe recopilando información actualizada sobre el comportamiento del clima y su influencia en la radiación solar en la provincia de Manabí y especialmente en el cantón Portoviejo.
- IV. Resulta recomendable continuar estudiando los cambios que constantemente se operan en la infraestructura eléctrica de la provincia de Manabí y especialmente en las zonas rurales, donde se concentran los mayores problemas en la calidad del servicio eléctrico.

Bibliografía

1. Martínez, L., *Energía y Cambio Climático*. E. Academia. Empresa de Gestión del Conocimiento y la Tecnología (GECYT), 2011: p. 189.
2. Sarmiento, S.A., *Energía Solar Fotovoltaica. Temas seleccionados*. E. Academia., Editor 2013: Empresa de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, Gecyt, 2013.
3. Green Peace, *Available*: <http://www.greenpeace.org/international> Como disponer de energía solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica.
4. Sifontes, M.M., *Influencia del ángulo de inclinación en la productividad de una central fotovoltaica de 1MW en el tiempo de vida útil*. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniera Eléctrica. CUJAE: La Habana., 2013.
5. Díaz, S.R. and C.d. autores, *Normas técnicas y sistemas fotovoltaicos conectados a red*. Centro de Investigaciones y Pruebas Electroenergéticas (CIPEL), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE), 2012.
6. Rodríguez, G.M. and P.A. Vázquez, *Libro Guía de la Energía Solar en la provincia de Manabí*. Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí., 2015.
7. Mesa, J.D., M.A. Escobar, and I.R. Incapié, *Analysis and description of the photovoltaic effect in the zone Scientia et Technica Año XV, No 42, Agosto de 2009*. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701 2009.
8. EcuRed, *Fuentes renovables de energía*. En Enciclopedia Colaborativa Cubana en la red. Centro de Desarrollo Territorial Holguín - UCI, 2013.
9. Junta de Castilla y León, *Energía Solar Fotovoltaica: Manual del instalador*. Consejería de Economía y Empleo, España, 2004.
10. Pelier, C.A.D.M., *Análisis de la orientación de los paneles fotovoltaicos teniendo en cuenta la simetría de la radiación solar*. En Ingeniería Mecánica. CUJAE: la Habana. Cuba, 2003.
11. Jaramillo, C.A., *Fundamentos de la Energía Solar Fotovoltaica*. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, 1989.
12. Díaz, I.J.A., *Prospectiva de las Tecnología Solar Fotovoltaica para la Generación de Electricidad*. Instituto de Investigaciones Eléctricas. División de energías alternas: Avenida Reforma No. 113, Colonia Palmira 62490 Cuernavaca, Morelos México, 2011.
13. Martínez, F.A., *Análisis de una instalación fotovoltaica de 42 kW en operación*. En Ingeniería Eléctrica, CUJAE. La Habana. Cuba, 2012.
14. Rodríguez, G.M. and R. Ramos, *PVSOFT, "Herramienta solar sobre sistemas solares fotovoltaicos*. Ministerio de Educación Superior, Universidad de Oriente, Facultad de Ingeniería Mecánica- Departamento de Física aplicada., 2011.
15. Yes, N.L.A., *Energía solar, una propuesta para generar energía eléctrica*. Consultado el 20 de febrero de 2017. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos94/energia-solar-propuesta-generar-energia-electrica/energia-solar-propuesta-generar-energia-electrica.shtml#ixzz4b3Q1mlqX>, 2014.
16. Villa, L.A., *Energía fotovoltaica* Consultado el 20 de febrero de 2017. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos61/energia-fotovoltaica/energia-fotovoltaica2.shtml>, 2016.
17. webdiee, *Sistema Fotovoltaico para Aplicaciones Residenciales*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México. Laboratorio de Diseño Electrónico, 2014. **Consultado el 21 de febrero de 2017. Disponible en:** <http://webdiee.cem.itesm.mx/web/servicios/archivo/trabajos/electronica/inversor/introduccion.html>.

18. Deltavolt, *Baterías para Sistemas Solares y Eólicos. Baterías para Almacenar Energía*. Consultado el 23 de febrero de 2017. Disponible en: <http://deltavolt.pe/energia-renovable/baterias>, 2016.
19. Fernández, F.J., *Caracterización de módulos*. Universidad Carlos III de Madrid, 2013. **Consultado el 23 de febrero de 2017. Disponible en:** http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/6037/PFC_Julio_Fernandez_Ferichola.pdf;jsessionid=CFCE7D103DC38E44B1E5849051D640BD?sequence=1.
20. Díaz, S.R. and C.d. autores, *Normas técnicas y sistemas fotovoltaicos conectados a red*. Centro de Investigaciones y Pruebas Electroenergéticas (CIPEL), Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE), La Habana, Cuba. Empresa de Hidroenergía, La Habana, Cuba., 2013.
21. (), A., *Sistemas fotovoltaicos*. Tesis de Maestría. Universidad del Perú, 2005.
22. Orlandi, *Snapshot of global PV Markets*. Report IEA 2015. Tech rep. Becquerel Institute, IEA International Energy Agency, 2014.
23. Amtmann, M., *Nichos de mercado para los sistemas fotovoltaicos en conexión a la red eléctrica en México*. Forever Print S.A. de C.V., 2009 (www.conuee.gob.mx), 2009.
24. Pérez, R.J.R., *El servicio ingeniero en los proyectos de construcción*. Project Management». Editorial Obras, UEB-ICT aicros, Ministerio de la Construcción. La Habana, 2009. Manual. 223-338 pp. ISBN: 978 959 247 0743., 2009.
25. Murillo Paulina, *Estudio sobre el Servicio de Energía Eléctrica en el Ecuador y su impacto en los consumidores* Tribuna Ecuatoriana de Consumidores y Usuarios. Quito, Ecuador, 2005. **Consultado el 12 de septiembre de 2016. Disponible en:** http://www.imaginar.org/docs/L_tribuna_electrico.pdf.
26. Robledo L Gerardo M, *Calidad de la Energía Eléctrica: Camino a la Normalización* Simposio de Metrología. Santiago de Querétaro, México, 2008. **Comisión Federal de Electricidad. Consultado el 12 de septiembre de 2016. Disponible en:** https://www.cenam.mx/simposio2008/sm_2008/memorias/S5/SM2008-S5B2-1188.pdf.
27. Campos A Juan C and Colectivo de autores, *Calidad de la energía eléctrica*. Universidad Autónoma de Occidente. Colombia, 2010. **Consultado el 12 de septiembre de 2016. Disponible en:** <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Docs/calidad.pdf>.
28. UPME, *Calidad de la energía eléctrica*. Proyecto de la Unidad de Planeación Minero. Energética de Colombia y el Instituto Colombiano para el Desarrollo de La Ciencia y La Tecnología. "Francisco José de Caldas". (COLCIENCIAS), 2011. **Disponible en:** http://www.andi.hn/wp-content/uploads/2014/11/3-Calidad-de-la-Energ%C3%ADa_sn.pdf.
29. Holguín Marcos and Gomez C David, *Análisis de calidad de energía eléctrica en el nuevo campus de la Universidad Politécnica Salesiana*. Universidad Politécnica Salesiana. Sede en Guayaquil. Facultad de Ingeniería Carrera de Ingeniería Eléctrica., 2010. **Proyecto final de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico. Disponible en:** <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2110/13/UPS-GT000145.pdf>.
30. Téllez Ramírez Eugenio, *Calidad de la energía*. Programa de ahorro de energía. Automatización productiva y calidad S.A. Puebla. México, 2012. **Disponible en:** <http://www.waterygymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20Mantenimiento/Calidad%20de%20la%20Energia.pdf>.
31. Serra Jordi, *Guía Técnica de Eficiencia Energética Eléctrica*. Circutor S.A. ISBN-13: 978-84-612-0421-2, 2009. **Disponible en:** http://circutor.com/docs/GUIA_EEE_SP-LR.pdf.
32. Quijije A Wilson S and Reina V Jefferson D, *Implementación de una microrred fotovoltaica conectada a la red, para suministrar energía eléctrica al primer piso del edificio no. 3 de Docentes a Tiempo Completo de la Universidad Técnica de Manabí, el ahorro y la eficiencia energética*. Informe escrito del trabajo de titulación para obtener

- el Título de Ingeniero Eléctrico. Modalidad de Trabajo Comunitario y Cambio de la Matriz Energética. Repositorio de la Biblioteca de la Universidad Técnica de Manabí, 2016.
33. Soto I E, *Celdas fotovoltaicas en la generación distribuida*. Santiago de Chile. Tesis Consultado diciembre 2015. <http://web.ing.puc.cl/power/paperspdf/pereda.pdf>, 2005: p. 7.
 34. Quijije A Wilson S and Reina V Jefferson D, *“Implementación de una microrred fotovoltaica conectada a la red, para suministrar energía eléctrica al primer piso del edificio No. 3 de docentes a tiempo completo de la UTM, el ahorro y la eficiencia energética”*. Repositorio de la biblioteca de la Universidad Técnica de Manabí, 2015.
 35. Stolik Daniel, *Proposición de proyecto de programa nacional para el desarrollo de la energía fotovoltaica en Cuba*. Proyecto resumido. Unión Eléctrica (UNE) Ministerio de Energía y Minas de Cuba, 2012.
 36. Intriago C Gabriela and Salvatierra Ch Susana, *“Implementación de tecnología fotovoltaica conectada a la red para suministrar energía eléctrica al segundo y tercer piso del edificio nº 3 de docentes a tiempo completo de la Universidad Técnica de Manabí, el ahorro y la eficiencia energética”*. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí, 2015. **Disponible en el repositorio de la biblioteca de la Universidad Técnica de Manabí.**
 37. Rodriguez G María, *SIGDES*. Sistema de Información Geográfica para el Desarrollo Sostenible. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí, 2015.
 38. Arrastía, M.A. and M.E. Lima, *Energía y Cambio Climático*. La Habana: Editorial Academia. pp: 235. ISBN: 978-959-270-227-1, 2011.
 39. Ramos, R. and C.d. autores, *PVSoft*. Universidad de Oriente Cuba. Herramienta Virtual sobre Sistemas Solares Fotovoltaicos (PVSoft). Universidad de Santiago. 2010.

Anexo 1. Encuesta

Lugar: Universidad Técnica de Manabí

Objeto de la encuesta: Obtener información estandarizada sobre la importancia que los profesores y el personal que trabaja en la UTM le concede a la tecnología fotovoltaica.

- 1 - ¿Qué papel usted le concede a la necesidad del servicio eléctrico?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 2 - ¿En que nivel usted considera que se encuentra la calidad del servicio eléctrico en la zona donde usted reside?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 3 - ¿Usted considera que se puede mejorar el servicio eléctrico aplicando tecnologías de energía solar?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 4 - ¿Qué nivel de impacto usted considera que tiene la energía solar para la preservación de los recursos naturales?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 5 - ¿Cuál es su noción acerca de la posibilidad de generar electricidad con la energía solar?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 6 - ¿De su consideración cuál es el impacto de la utilización de la energía solar para el ahorro económico relacionado con la generación de electricidad?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 7 - ¿Cómo considera usted la calidad del potencial solar que incide en el sitio Pachinche Adentro, Maconta Adentro?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 8 - ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía solar puede contribuir al ahorro de recursos y la eficiencia?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 9 - ¿En qué medidas usted considera que el aprovechamiento de la energía solar puede contribuir a la protección del ambiente?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().
- 10 - ¿En qué medidas usted considera que la introducción de tecnología de energía solar en la comunidad, puede propiciar la transformación de la conciencia energética de la población?
Alto (), Medio (), Bajo (), Muy bajo ().

FECHA: _____

Encuestador: _____

Anexo 2. Evidencias



