



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

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de
Ingeniero Eléctrico

MODALIDAD: INVESTIGACIÓN

TEMA:

**“CALIDAD DE ENERGIA EN ZONAS RURALES DEL
CANTON PORTOVIEJO-CASO ESTUDIO PLAYA PRIETA”.**

AUTORES: Ross Chong Kevin Orley

Niemes Anchundia José Enrique

TUTORA: Ing. Magdalena Alcira Vélez Quiróz

REVISOR: MSc. Ing. Guillermo Antonio Loor Castillo

2016

1. Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación con mucho orgullo y cariño en primer lugar a Dios por darme la salud y la fuerza necesaria para no desfallecer en mis caídas y siempre encontrar un motivo para salir adelante y seguir luchando por alcanzar mis metas.

A mi padre, a mi madre y a mis hermanos que siempre estuvieron ahí apoyándome y dándome fuerzas cuando la necesite.

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

Gracias eterna, nunca me olvidaré.

Ross Chong Kevin Orley

AUTOR

“A todas aquellas personas que a través de los años le han dado sentido a mi vida, por el sólo hecho de existir y estar ahí acompañándome por los caminos del destino, los retos y desafíos a los que nos enfrenta cada día.”

Agradecido eternamente.

Niemes Anchundia José Enrique

AUTOR

2. Agradecimiento

En primer lugar a nuestros padres, por todo su sacrificio y apoyo para que hoy pudiéramos ser los hombres y profesionales que somos, todo se lo debemos a ellos.

A nuestros hermanos por forjarnos un compromiso que jamás se podrá romper como un nombramiento y que nos obliga a superarnos a nosotros mismos.

A nuestras familias, que de una forma u otra también formaron parte y contribuyeron a nuestra formación.

A nuestro tutor por ayudarnos siempre con sus valiosas sugerencias y recomendaciones.

A nuestros profesores y personas que desde la dirección de la universidad hicieron posible la proeza de enseñarnos y formarnos en el temple de verdaderos profesionales.

No pudiéramos dejar de mencionar a los compañeros de aula por soportarnos todos estos años de estudios.

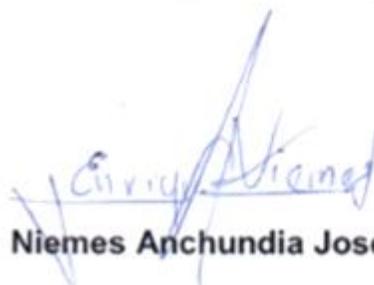
A todas aquellas personas que su nombramiento convertiría en interminable el trabajo; pero sin los cuales no hubiese sido posible llegar a graduarnos.

¡Gracias eterna a todos!

AUTORES



Ross Chong Kevin Orley



Niemes Anchundia José Enrique

3. Certificación de la Directora de Trabajo de Titulación.

CERTIFICACIÓN

Quien suscribe la presente señora Ing. Magdalena Alcira Vélez Quiróz docente de la Universidad Técnica de Manabí, de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas; en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación “**CALIDAD DE ENERGIA EN ZONAS RURALES DEL CANTON PORTOVIEJO-CASO ESTUDIO PLAYA PRIETA**”, desarrollado por los profesionistas, Señor: Ross Chong Kevin Orley y señor: Niemes Anchundía José Enrique; 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 los profesionistas cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente a los estudiantes en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presentaron 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 al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

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

Particular que certifico para los fines pertinentes


Ing. Magdalena Alcira Vélez Quiróz
TUTOR

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: "CALIDAD DE ENERGIA EN ZONAS RURALES DEL CANTON PORTOVIEJO-CASO ESTUDIO PLAYA PRIETA", desarrollado por los señores: Ross Chong Kevin Orley con cédula No. 131251911-7 y Niemes Anchundia José Enrique, con cédula No. 131318582-7 previo a la obtención del título de INGENIERO ELÉCTRICO, bajo la tutoría y control de la señora Ing. Magdalena Alcira Vélez Quiróz 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, sus autores:

Han respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10 % de similitud con otros documentos existentes en el repositorio

Han 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, evidencia 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: MSc. Ing. Guillermo Antonio Loor Castillo.

REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACION

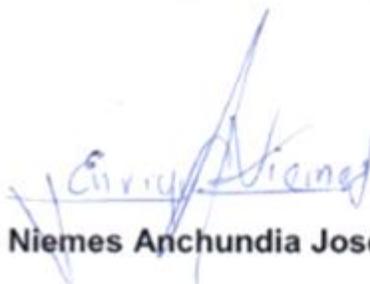
5. Declaración sobre derechos de autores

Quienes firmamos la presente, profesionistas; Ross Chong Kevin Orley y Niemes Anchundia José Enrique, en calidad de autores del trabajo de titulación realizado sobre "CALIDAD DE ENERGIA EN ZONAS RURALES DEL CANTON PORTOVIEJO-CASO ESTUDIO PLAYA PRIETA", hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene este proyecto, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos 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 asumimos con responsabilidad la descripción de las mismas

AUTORES



Ross Chong Kevin Orley



Niemes Anchundia José Enrique

6. Índice	
1. Dedicatoria.....	2
2. Agradecimiento	3
3. Certificación del Director de Trabajo de Titulación.....	4
4. Informe de revisor del Trabajo de Titulación	5
5. Declaración sobre derechos de autores	6
6. Índice	7
7. Resumen.....	9
8. Summary	¡Error! Marcador no definido.
1. Tema:	11
2. Planteamiento del problema	11
Objetivos General y específicos	13
El objetivo general:	13
Los objetivos específicos:	13
Delimitación espacial	13
3. Inmersión inicial en el campo	14
4. Concepción del diseño del estudio	16
Nivel de investigación	16
Investigación descriptiva explicativa	16
Método	17
Técnicas	17
5. Definición de la muestra inicial del estudio y acceso a esta	18
Población y muestra	18
6. Recolección, análisis de los datos e interpretación de los resultados	19
7. Elaboración del reporte de los resultados	30

Estudio de la carga	30
Estudio del potencial solar	32
Cálculo de la productividad normalizada (P_n)	33
Estudio del mercado	33
Posible solución del problema y diseño de la central fotovoltaica	35
Circuito eléctrico de un sistema fotovoltaico conectado a la red de baja tensión de una vivienda	44
Impactos energético, económico, ambiental y social	44
El impacto energético	45
El impacto económico	45
El impacto ambiental	46
El impacto social	47
Necesidad de financiamiento	48
A manera de conclusiones se pueden ofrecer los siguientes elementos:	49
A manera de recomendaciones se puede plantear lo siguiente:	50
1. Presupuesto	51
2. Cronograma	52
3. Bibliografía	53
Anexo 1. Encuesta	55
Anexo 2. Registro del estudio de carga	56
Anexo 3. Oferta comercial	62
Anexo 4. Evidencias del trabajo realizado	68

7. Resumen

En el trabajo se expone un análisis vinculado a una de las alternativas energéticas sostenibles que en los momentos actuales se están adoptando con éxitos a nivel mundial, para lograr el mejoramiento de la calidad del servicio eléctrico, ahorrar recursos naturales, reducir las pérdidas y contribuir en la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Se muestran los resultados de un estudio relacionado con una aplicación de innovación tecnológica para mejorar la calidad del servicio eléctrico en la comunidad Playa Prieta, mediante la introducción de tecnología fotovoltaica conectada a la red de baja tensión de un grupo de 20 viviendas que fueron estudiadas. Se muestran los resultados del estudio de carga y consumo horario de energía de dichas viviendas y se despliega una metodología propia para el diseño de la tecnología fotovoltaica conectada a la red de baja tensión de las viviendas estudiadas, con potencialidad para evitar el consumo de energía de la red convencional, con la posibilidad de mejorar la calidad del servicio eléctrico, al tiempo que se logra reducir el monto de la factura eléctrica, reducir las pérdidas y disminuir las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Se exponen los impactos energéticos, económicos, ambientales y sociales vinculados con la penetración de la tecnología fotovoltaica. Se muestra un cálculo general del financiamiento necesario para la introducción de la tecnología.

8. Abstract

This paper presents an analysis linked to one of the sustainable energy alternatives that are currently being adopted with worldwide success, to achieve the improvement of the quality of electricity service, save natural resources, reduce losses and contribute to The reduction of CO2 emissions into the atmosphere. The results of a study related to an application of technological innovation to improve the quality of the electricity service in the Playa Prieta community are shown by the introduction of photovoltaic technology connected to the low voltage network of a group of 20 houses that were studied. The results of the study of charge and hourly energy consumption of these dwellings are shown and an own methodology is developed for the design of the photovoltaic technology connected to the low voltage grid of the houses studied, with potential to avoid the energy consumption of The conventional network, with the possibility of improving the quality of the electric service, while reducing the amount of electricity bill, reduce losses and reduce CO2 emissions to the atmosphere. It presents the energy, economic, environmental and social impacts associated with the penetration of photovoltaic technology. A general calculation of the funding required for the introduction of the technology is shown.

1. Tema:

“CALIDAD DE ENERGIA EN ZONAS RURALES DEL CANTON PORTOVIEJO- CASO ESTUDIO PLAYA PRIETA”.

2. Planteamiento del problema

Actualmente la matriz energética del Ecuador está operando cambios significativos en su estructura y tiene proyectado transitar hacia una base sustentada en la generación con fuentes renovables de energía, fundamentalmente aprovechando el potencial de las energías renovables con que cuenta el país; pero aún existen provincias que se encuentran distantes de las centrales generadoras hidráulicas y que dependen en un nivel considerable de la generación basada en el consumo de petróleo, como sucede en la provincia de Manabí.

En la provincia manabita existe un excelente potencial solar y diversos pequeños potenciales hidráulicos y eólicos que pueden ser aprovechados en el modo de la generación distribuida en función de potenciar a la red convencional y mejorar los parámetros técnicos del sistema, logrando con ello reducir las pérdidas y garantizar un servicio eléctrico de calidad, donde la extensión de las redes no se justifica ni técnica ni económicamente.

La Universidad Técnica de Manabí (UTM) ha dedicado esfuerzos por profundizar en el conocimiento y aplicación de la tecnología fotovoltaica. En el mes de febrero de 2016 se inauguró la instalación de una central fotovoltaica de conexión a la red de 3,4 kWp, conectada a la red de baja tensión del edificio No 3 de profesores a tiempo completo ^[1], la que hasta la fecha ha generado más de 2 MWh de energía eléctrica, propiciando la reducción de la factura eléctrica de la institución, el ahorro de petróleo, la elevación de la eficiencia energética al reducir las pérdidas y la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

En la constitución de la República del Ecuador en el artículo 14 se expresa textualmente: “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados ^[2].”

En la propia Constitución en el artículo 413 se recoge textualmente: “El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías

ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua. Más adelante en el artículo 414 se plantea textualmente: “El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica;....”^[2].

En el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones del Ecuador, en el artículo 9,1 se prioriza el desarrollo en las aplicaciones basadas en fuentes renovables de energía^[3].

En el Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017^[4] en el Capítulo 5.1.4. Matriz Productiva y Sectores Estratégicos se expresa textualmente: “Paralelamente a la ejecución de grandes proyectos hidroeléctricos, en 2030 la oferta de electricidad se complementará con la implementación de pequeños proyectos de generación de energía con fuentes renovables tales como: la fotovoltaica, la eólica, la biomasa y la hidroelectricidad en zonas cercanas a los consumidores, y con esquemas de gestión participativa de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, las organizaciones comunitarias y el sector privado. Estos proyectos ponen a disposición energías renovables para usos productivos locales y el sistema interconectado, lo que permite generar empleo local, optimizar el uso de los recursos naturales, diversificar los territorios en la generación de electricidad y disminuir las pérdidas técnicas en la transmisión de electricidad.

Resulta innegable que el servicio eléctrico desempeña un papel importante en el ámbito social, económico y ambiental. 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. Resulta necesario para promover la eficiencia en los procesos productivos y la eficacia en el servicio público, propiciando comunidades desarrolladas y evitando la migración en los entornos tradicionales.

Por otro lado el suministro de electricidad y otros servicios de energía tienen una incidencia directa en las condiciones ambientales, particularmente en las zonas aisladas donde reviste un efecto preventivo en la preservación del medio y los recursos naturales, especialmente en función de evitar la deforestación descontrolada.

La fuerte dependencia energética del petróleo tiene una influencia principal en el nivel de acceso a la electricidad, así como un servicio de calidad en los territorios rurales del Ecuador, especialmente en la provincia de Manabí, donde existen problemas de calidad de la energía que actualmente se suministra en las zonas rurales.

Con la política trazada por el Ecuador direccionada hacia la concientización del “buen vivir” del socialismo del Siglo XXI, 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.

Considerando lo anteriormente planteado el problema de la investigación radica en: **Cómo mejorar la calidad del servicio eléctrico en las zonas rurales de la provincia de Manabí.**

Objetivos General y específicos

El objetivo general:

Evaluar la disponibilidad del potencial de las fuentes renovables de energía en el sitio Playa Prieta, que permita mejorar la calidad del servicio eléctrico en la zona.

Los objetivos específicos:

- Estudiar de la demanda de la energía y la calidad del servicio eléctrico que se presta.
- Analizar el potencial de las fuentes renovables en la zona.
- Definir las posibles soluciones tecnológicas al tema de la calidad de la energía en la zona Playa Prieta.
- Realizar el estudio de impactos técnicos, económicos y sociales.

Delimitación espacial

El proyecto se realizó en un área rural donde existen zonas que se encuentran electrificadas mediante la extensión de la red, donde se conoce por quejas de la ciudadanía

que existen problemas con el servicio eléctrico. El sitio corresponde a una comunidad rural que se nombra Playa Prieta. En la figura 1 se muestra una imagen de la zona de estudio.

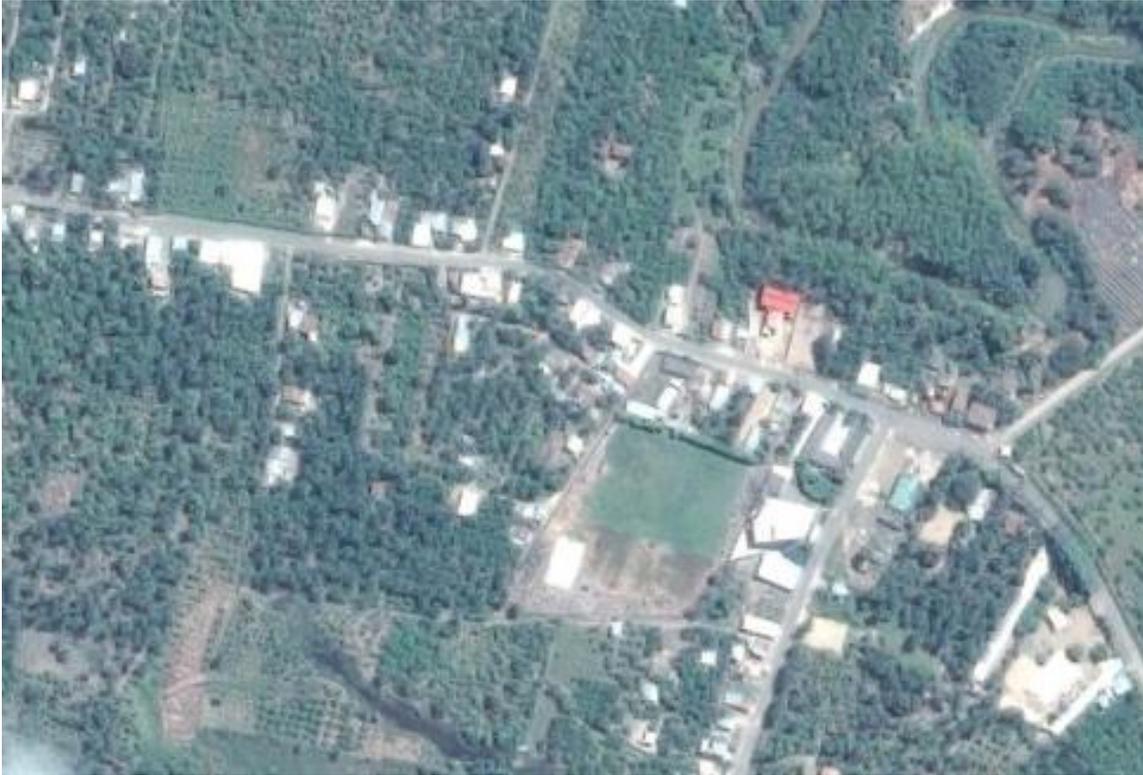


Figura 1. Zona de estudio. Playa Prieta

3. Inmersión inicial en el campo

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 ^[5].

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 ^[6].

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 ^[7].

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 ^[7].

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 ^[8].

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 ^[9].

Cuatro parámetros pueden servir como referencia para clasificar los disturbios de acuerdo a su impacto en la calidad de la energía ^[10]: Variaciones de frecuencia; Variaciones de amplitud; Variaciones en la forma de onda de voltaje o corriente y; 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 ^[11].

Desde el punto de vista técnico para que una instalación eléctrica sea eficiente se deben asegurar cuatro elementos básicos ^[11]:

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 se consideran idóneas para mejorar los parámetros técnicos de la red en zonas que presentan una carga elevada ^[12].

En Febrero de 2016 fue instalada una central fotovoltaica conectada a la red de baja tensión del Edificio No 3 de Profesores a Tiempo Completo de la Universidad Técnica de Manabí, que hasta la fecha ha generado más de 2 MWh de energía eléctrica, contribuyendo a reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera y a mejorar el perfil de tensión de la red en la instalación. Paralelamente ha contribuido a disminuir el monto de la factura eléctrica, ya que más del 80% del consumo de energía de la instalación se realiza en las horas del día, cuando la energía solar se encuentra disponible para ser utilizada ^{[1], [12]}.

Ya nadie pone dudas en la utilización de los sistemas fotovoltaicos para generar electricidad en condiciones asociadas a la protección ambiental, pero lo que también queda claro es la importancia de estas tecnologías para lograr la elevación de la calidad del servicio en zonas alejadas de los centros de generación y la electrificación rural de centros de carga que se encuentran distantes de las líneas eléctricas tradicionales, donde se logra la garantía de un servicio con una alta calidad y confiabilidad ^[13].

4. Concepción del diseño del estudio

Nivel de investigación

Investigación descriptiva explicativa

Se utilizó una investigación del tipo descriptiva, por cuanto se obtuvo información acerca de la calidad del servicio eléctrico en la zona estudiada, describiendo la realidad

relacionada con sus necesidades y la demanda energética y partiendo de la situación inicial se pudo evaluar la posibilidad de resolver los problemas mediante el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, especialmente con la energía fotovoltaica, dada la disponibilidad de la energía solar en la zona estudiada.

Se realizó una evaluación sobre la aplicación de tecnologías vinculadas a las fuentes renovables de energía y se procedió a verificar su impacto económico, técnico y ambiental.

Método

La investigación implicó un proceso de análisis y comprensión de la realidad y los problemas vinculados con las posibilidades de aprovechamiento de los recursos energéticos autóctonos de la zona en función de la solución de sus necesidades y el mejoramiento de las condiciones de vida.

Como primer elemento se realizó la profundización en el estudio de los requerimientos técnicos que intervienen en la calidad del servicio eléctrico y mediante trabajo de campo se definieron los problemas que puedan existir en tal sentido, paralelamente se realizó la evaluación sobre la disponibilidad de las fuentes renovables para la solución de los problemas, específicamente el potencial solar.

Se realizó un estudio sobre las tecnologías de fuentes renovables que puede aplicarse en función de la solución de las problemáticas detectadas y los impactos que se derivan de las soluciones propuestas.

Se utilizó el método de encuesta a los pobladores de la zona con el fin de definir el nivel de aceptación que pueden tener las tecnologías vinculadas con las fuentes renovables, ya que se busca sensibilizar al personal en función de asumir soluciones sostenibles al tema energético.

Técnicas

Se emplearon las técnicas investigativas de revisión de documentos, textos, tesis, libros, periódicos, revistas, normas técnicas, páginas web y manuales, para la obtención de la información apropiada y clara para el buen desarrollo del tema abordado.

Se realizaron simulaciones técnicas con el software PVSyst para el diseño de las instalaciones fotovoltaicas que se proponen.

Particularmente las técnicas utilizadas fueron las siguientes:

- a. La encuesta que se enfocó a los pobladores de la zona, para comprobar el criterio que tienen sobre el servicio eléctrico, el conocimiento que poseen sobre el tema de las energías renovables y el nivel de aceptación de la sociedad a las soluciones que se proponen;
- b. La bibliográfica que permitió aportar mayor relevancia científica a la parte teórica de la investigación;
- c. La analítica que fué aplicada para realizar un análisis exhaustivo de los resultados de la encuesta y;
- d. La estadística que sirvió para graficar los resultados de la investigación.

5. Definición de la muestra inicial del estudio y acceso a esta

Población y muestra

Encuestas a los pobladores de la comunidad rural de Playa Prieta, enfocada en definir una aproximación respecto al criterio que poseen los usuarios del servicio eléctrico relacionado con a la calidad del mismo, así como los criterios y aceptación de la población en relación con una solución derivada del uso de las fuentes renovables de energía.

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

(1)

$$N=350$$

$$P=0.5$$

$$Q=0.5$$

$$e= 0.1$$

$$Z=1.96$$

$$n = \frac{(Z)^2 (P)(Q)(N)}{(Z)^2 (P)(Q) + (ne)^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,5) (0,5) (350)}{(1,96)^2 (0,5) (0,5) + (350) (0,1)^2}$$

$$n = \frac{(3,92) (0,5) (0,5) (350)}{(3,92) (0,5) (0,5) + (350) (0,01)}$$

$$n = \frac{(3,92) (0,25) (350)}{(3,92) (0,25) + (350) (0,01)}$$

$$n = \frac{(0,98) (350)}{(0,98) + (3,5)}$$

$$n = \frac{(343)}{(4,48)}$$

$$n = 76$$

Dónde:

n→ Tamaño de la muestra

Z→ Nivel de confianza

e→ Probabilidad de errores (0,1)

P→ Probabilidad de ocurrencia = 0.5

Q→ Probabilidad de no ocurrencia = 0.5

N→ Población o universo

6. Recolección, análisis de los datos e interpretación de los resultados

Fueron tabulados y cuantificados los resultados de 76 encuestas (ver el anexo 1) a los pobladores de la comunidad rural de Playa Prieta. Los objetivos se enfocaron en definir una aproximación respecto al criterio que poseen los usuarios relacionado con a la calidad del servicio eléctrico, así como los criterios y aceptación de la población en relación con una solución derivada del uso de las fuentes renovables de energía, especialmente de la tecnología fotovoltaica:

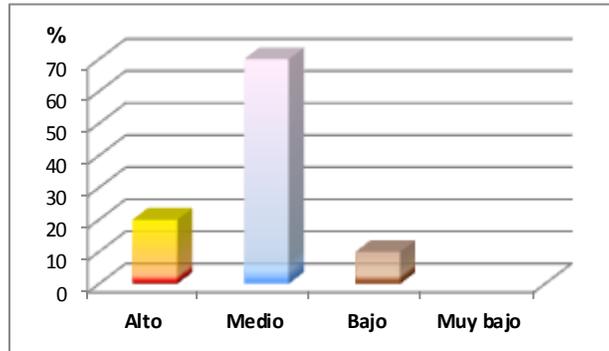
1. Pregunta ¿Qué papel usted le concede a la necesidad del servicio eléctrico?

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

Opción	Frecuencia	%
Alto	15	20
Medio	53	70
Bajo	8	10
Muy bajo	0	0
Total	76	100

Fuente: Docentes de la Universidad
Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



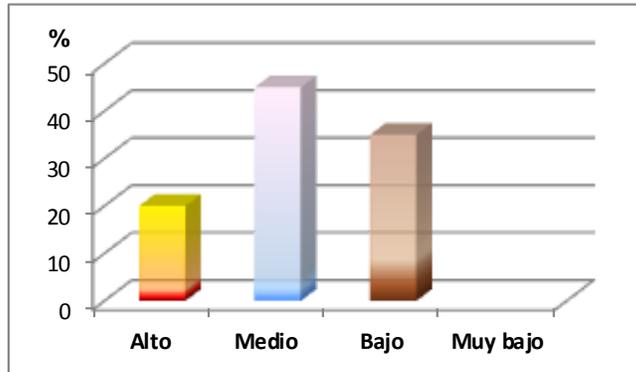
Interpretación: Se pudo comprobar que solamente el 20% de las personas encuestadas opinan que es alto el papel que se le concede a la necesidad del servicio eléctrico; mientras que el 70% opina que es medio y; el 10% que es bajo.

Análisis: En la actualidad resulta muy difícil poder ubicar alguna actividad donde el servicio eléctrico no resulte necesario. Se puede afirmar categóricamente que la electricidad constituye un servicio vital para la vida de la sociedad. 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 la mayoría de las personas encuestadas plantean que la necesidad de este servicio puede ser media o baja y ello está poniendo de manifiesto la poca importancia y el escaso significado que algunas personas residentes en Playa Prieta le conceden al consumo de energía. Esta cuestión debe ser analizada con más profundidad, pues cuando los usuarios no son capaces de interpretar la justa importancia que reviste el servicio eléctrico, será muy difícil poder contar con su cooperación en función de alcanzar metas de ahorro y consumo energético más eficiente.

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

Criterios respecto a la calidad del servicio eléctrico.

Opción	Frecuencia	%
Alto	15	20
Medio	34	45
Bajo	27	35
Muy bajo	0	0
Total	76	100



Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

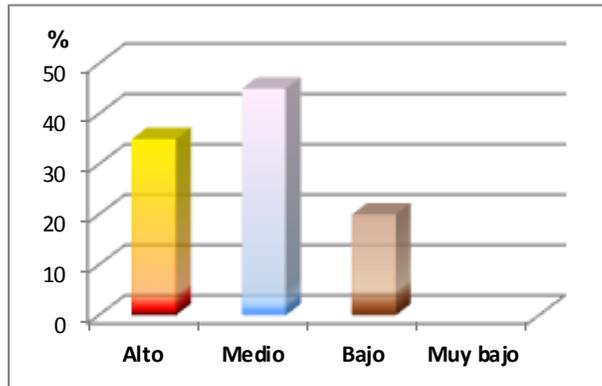
Interpretación: El 20% de las personas encuestadas opinaron que la calidad del servicio eléctrico en la comunidad Playa Prieta es alta; el 45% plantea que es media; el 35% que es baja.

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. El elemento de la calidad del servicio en la comunidad rural de Playa prieta está caracterizado por interrupciones del servicio que se producen como mínimo una vez a la semana, con un promedio aproximado de 2 horas sin servicio en cada interrupción. El bajo voltaje en las horas pico resulta otro de los problemas que se presentan a menudo en la comunidad. Todo ello a pesar de los ingentes esfuerzos realizados por la dirección del gobierno en los últimos años, que incluye la construcción de una subestación eléctrica. La calidad del servicio eléctrico en la comunidad rural de Playa Prieta pudiera mejorarse mediante la introducción de fuentes renovables de energía, principalmente el aprovechamiento de la energía solar dada la alta disponibilidad de este recurso en la zona.

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	27	35
Medio	34	45
Bajo	15	20
Muy bajo	0	0
Total	76	100



Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 35% 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 45% consideró que dicha posibilidad es media y; el 20% planteó que es baja.

Análisis: Los sistemas de generación de electricidad aprovechando la energía solar, se basan en la capacidad de las celdas fotovoltaicas de transformar la radiación ultravioleta del Sol en energía eléctrica en forma de corriente directa (DC). Ello supone que el consumo de cualquier otro combustible para la generación sea nulo y por lo tanto las emisiones de CO₂ sean prácticamente simbólicas. 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 [14]. 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 de baja tensión, 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” [12], 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 ^[1]. Considerando lo planteado anteriormente se puede definir que los problemas actuales relacionados con la calidad del servicio eléctrico en la comunidad Playa Prieta pueden resolverse mediante la introducción de la energía solar en el formato técnico de conexión a la red de baja tensión de las viviendas aprovechando las bondades técnicas del modo de la generación distribuida, logrando además el ahorro de energía y la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

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

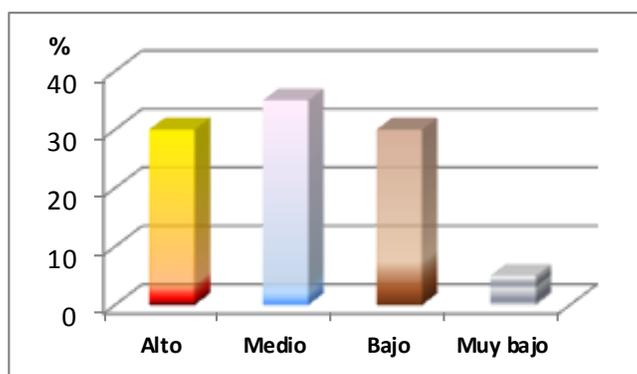
Criterios respecto al impacto de la energía solar en la preservación de los recursos naturales.

Opción	Frecuencia	%
Alto	23	30
Medio	27	35
Bajo	22	30
Muy bajo	4	5
Total	76	100

Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 30% de los pobladores encuestados opinaron que la energía solar puede tener un impacto alto en la preservación de los recursos naturales; el 35% planteó que el impacto puede ser medio; el 30% expresó que es bajo; mientras que un 5% opinó que es muy bajo.

Análisis: La generación de energía en la provincia de Manabí 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. Actualmente una vivienda promedio en la comunidad de Playa Prieta puede estar consumiendo un aproximado de 6,6 MWh al año,

que equivale a 1,65 ton de petróleo, de ello el 44% se consume durante las horas del día cuando puede ser aprovechada la energía solar, pudiendo ahorrar como promedio por cada vivienda anualmente el equivalente de 0,7 ton de petróleo por concepto de generación de energía eléctrica. Lo planteado anteriormente corrobora la importancia del impacto de la energía solar en función de la preservación de un recurso natural que se encuentra actualmente en peligro de extinción como es el petróleo.

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

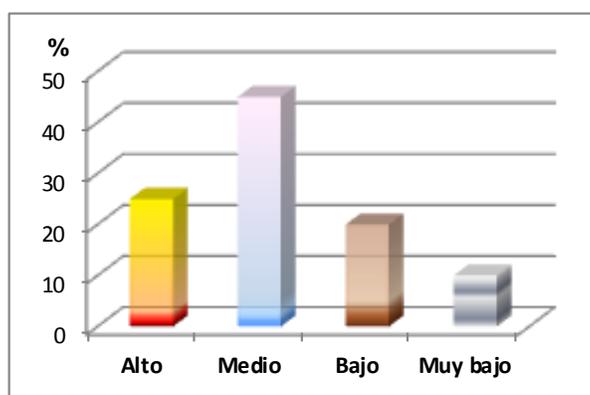
Criterios acerca de la posibilidad de generar electricidad con la energía solar.

Opción	Frecuencia	%
Alto	19	25
Medio	34	45
Bajo	15	20
Muy bajo	8	10
Total	76	100

Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación



Interpretación: El 25% de los encuestados manifestaron que la posibilidad de generar electricidad con la energía solar es alta; un 45% opinó que la posibilidad es media; un 20% que es baja y; un 10% muy baja.

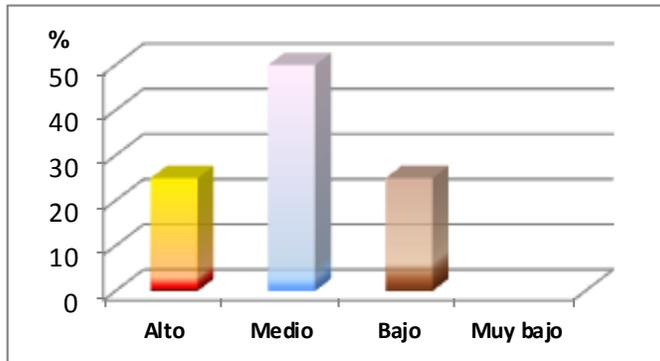
Análisis: El resultado de la encuesta permitió constatar que la mayoría de los pobladores de la comunidad rural de Playa Prieta, no posee una noción adecuada de las posibilidades de la tecnología fotovoltaica para la generación de electricidad. En los últimos años se ha producido un despegue de instalaciones 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 *MWp*. 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 ^[15]. 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 [12]. Se puede afirmar que técnicamente no existe nada que impida el aprovechamiento de la energía solar que incide en la comunidad de Playa Prieta, para generar energía eléctrica mediante la introducción de la tecnología fotovoltaica y con ello lograr mejorar la calidad del servicio eléctrico en la zona, propiciando además la preservación de los recursos naturales y la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Todo ello puede ser posible si se logra vencer la barrera del financiamiento económico, pues aunque parezca una inversión costosa en el primer momento, se puede afirmar que las posibilidades de recuperación puede ser relativamente breve, además de ir logrando comunidades que sean energéticamente sostenibles a costa de sus propios recursos.

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 para la generación de electricidad.

Opción	Frecuencia	%
Alto	19	25
Medio	38	50
Bajo	19	25
Muy bajo	0	0
Total	76	100



Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 25% de los pobladores encuestados manifestaron que la energía solar puede tener un impacto alto en función del ahorro económico para la generación de electricidad; el 50% planteó que el impacto es medio; mientras que el 25% opinó que el impacto es bajo.

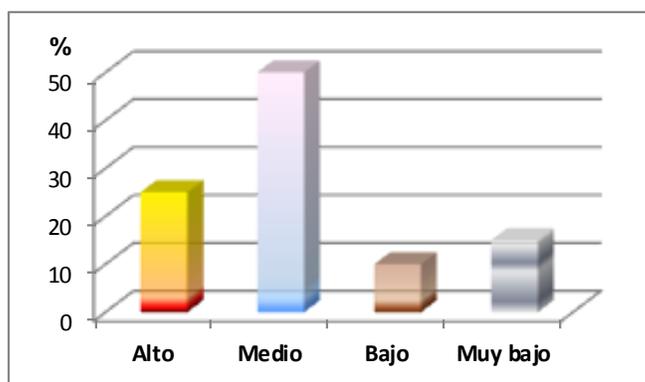
Análisis: Las tecnologías de energía solar fotovoltaica cuando se conectan directamente a la red de baja tensión del usuario, pueden reducir el consumo de electricidad de la red convencional de manera directamente proporcional a la cantidad de electricidad

que es capaz de generar la instalación fotovoltaica. Esto quiere decir que si en una vivienda se consume alrededor del 40% de la electricidad durante las horas del día, dicho consumo puede ser cubierto mediante la generación de energía solar y en ese caso el resultado económico para el usuario puede ser la reducción de su factura eléctrica en un 40%, sólo bastaría con diseñar adecuadamente la instalación en correspondencia con la potencia requerida en función del consumo de energía y la radiación solar se encargaría del resto. Otro resultado económico es el que está relacionado con el ahorro de combustible para el estado, pues cada kWh de energía fotovoltaica que se suministra, puede representar el ahorro para la planta generadora convencional de más de un kWh de la electricidad generada con base al consumo de un combustible que resulta bien costoso e inestable, más la transportación y distribución que implica pérdidas al sistema, pues la energía fotovoltaica conectada en el modo de la generación distribuida representa un importante aporte para la reducción de dichas pérdidas del sistema convencional, que en la provincia de Manabí pueden ser superiores al 23%, máxime cuando se trata de zonas que se encuentran alejadas de la central de generación como es el caso de la comunidad Playa Prieta.

7. Pregunta ¿Cómo considera usted la calidad del potencial solar que incide en el sitio donde se ubica Playa Prieta?

Criterios respecto a la calidad del potencial solar en el sitio donde se ubica la comunidad Playa Prieta.

Opción	Frecuencia	%
Alto	19	25
Medio	38	50
Bajo	8	10
Muy bajo	11	15
Total	76	100



Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

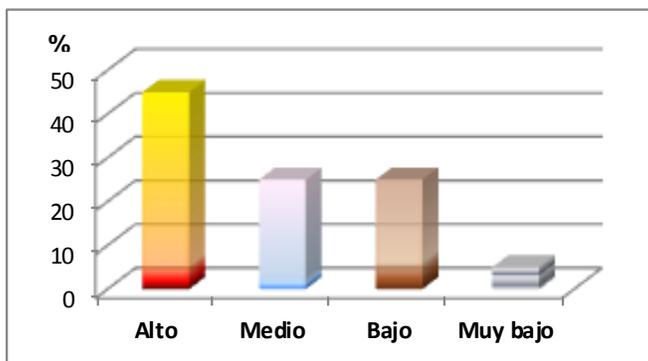
Interpretación: El 25% del personal encuestados manifestaron que la calidad del potencial solar que incide en el sitio donde se ubica la comunidad Playa Prieta es alto; el 50% opinó que es de mediana calidad; el 10% planteó que la calidad es baja; mientras que el 15% opinó que es muy baja.

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) ^[16], 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 de este proyecto se ha podido realizar el estudio del potencial solar de la provincia y se ha logrado 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 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 ^[16].

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	34	45
Medio	19	25
Bajo	19	25
Muy bajo	4	5
Total	76	100



Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 45% 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 25% planteó que la contribución puede ser media; UN 25% opinó que puede ser baja y; el 5% que puede ser muy baja.

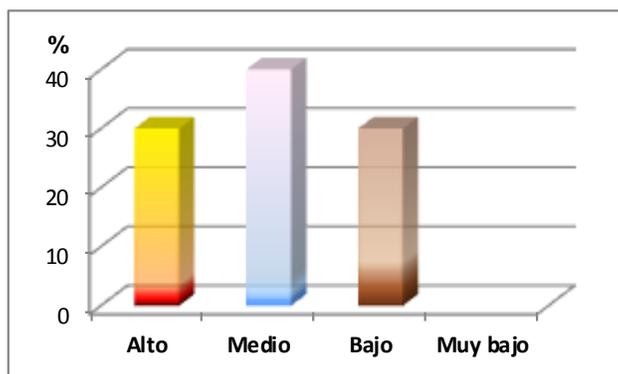
Análisis: Los resultados de dos proyectos realizados en la Universidad Técnica de Manabí durante el año académico 2014-2015 ^{[1] y [12]}, demostraron que la implementación de la energía solar fotovoltaica puede ofrecer una contribución alta en el ahorro de recursos y

la eficiencia energética. En la provincia de Manabí las pérdidas asociados al servicio eléctrico pueden llegar a ser superiores al 23%, que con la implementación de la tecnología fotovoltaica conectada directamente a la red de baja tensión de los usuarios 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	23	30
Medio	30	40
Bajo	23	30
Muy bajo	0	0
Total	76	100



Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 30% de los encuestados plantearon que el aprovechamiento de la energía solar puede crear beneficios altos a la protección ambiental; el 40% opinó que dichos beneficios pueden ser medios; mientras que el 30% considera que los beneficios ambientales pueden ser bajos.

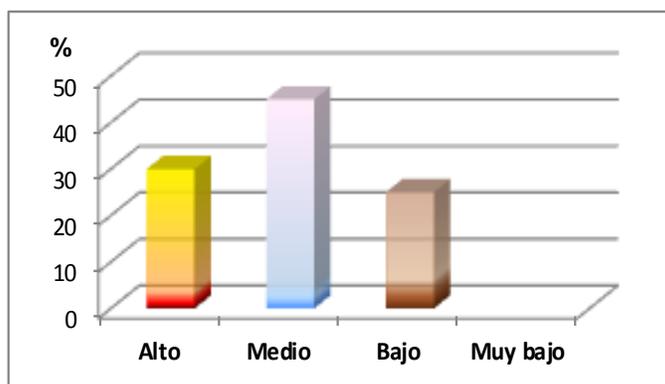
Análisis: Según datos publicados por la Agencia Internacional de Energía, cuando se analizan los efectos ambientales de la generación de electricidad mediante la quema del petróleo, se puede verificar que por cada MWh generado se emiten 0,9 toneladas de CO₂ a la atmósfera, resultando una operación técnica 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 ^[1].

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

Criterios respecto a la transformación de la conciencia que se puede propiciar en el personal, con la introducción de tecnologías de energía solar.

Opción	Frecuencia	%
Alto	23	30
Medio	34	45
Bajo	19	25
Muy bajo	0	0
Total	76	100



Fuente: Docentes de la Universidad

Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

Interpretación: El 30% de los encuestados plantearon que la implementación de la tecnología de energía solar en la comunidad Playa Prieta puede tener una influencia alta en la transformación de la conciencia energética de la población; el 45% opinaron que la influencia puede ser media; mientras que el 25% consideró que la influencia puede ser baja.

Análisis: La implementación de la tecnología de energía solar en la comunidad Playa Prieta, implica que la sociedad deje de ser una simple consumidora de electricidad disociada de la gestión energética, y pase a ser capaz de generar su propia energía y con ello lograr una contribución relevante que puede reforzar la imagen ambiental de la sociedad. La situación señalada anteriormente puede influir en la creación de una nueva conciencia energética de los pobladores, pues se transforman de simples consumidores disociados de la gestión energética, en productores directos de la electricidad que consumen.

7. Elaboración del reporte de los resultados

La comunidad Playa Prieta es un poblado rural del cantón Portoviejo y en dicho asentamiento se cuenta con el servicio eléctrico. La investigación permitió definir que a pesar de los esfuerzos realizados por el gobierno que incluye la construcción de una subestación eléctrica, aún persisten dificultades que afectan la calidad del servicio a la población, pues las interrupciones del servicio se producen semanalmente con un promedio de 2 horas de interrupción y diariamente se está confrontando problemas de bajo voltaje durante el horario de máxima demanda.

La Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí, ha decidido realizar un proyecto de investigación que permitió estudiar la problemática y proponer la posible solución al problema.

Estudio de la carga

Como parte de la realización de la investigación se realizó un estudio de la carga a un grupo representativo de 20 viviendas de la comunidad, para lo cual se hizo un inventario de los equipos consumidores y el cálculo del consumo diario. En el anexo 2 se muestra el registro sobre el estudio de carga a 20 viviendas de la comunidad rural de Playa Prieta y en la tabla 1 se expone el resumen del estudio de carga realizado a las 20 viviendas de la comunidad Playa Prieta.

Tabla 1. Resumen del estudio de carga a la comunidad.

Viviendas censadas	Cant. Equipos	Pot Inst	Cons. Diurno	Cons. Nocturno	Cons. Total
	(U)	(W)	(Wh)	(Wh)	(kWh)
Beatriz Margarita Moreira	31	7300	7256	8376	15,63
Irminia Sanchez	26	5530	6929	7949	14,88
Jeisón Vera	25	10168	5210	19370	24,58
Mariela Caicedo Quevedo	14	2580	5580	5730	11,31
Piedad Velázquez Tigua	22	8230	10714	9714	20,43
Enrique Mendieta González	24	14342	13686	14488	28,17
María Quiñones Moreira	15	2760	7340	7980	15,32
Francisco Zambrano	13	2220	7096	7746	14,84
Mario Mendoza	34	18045	15540	34565	50,10
Cecilio Barreiro	24	4350	6144	8444	14,59
Julio Cedeño	15	3160	6800	6000	12,80
Diana Solorzano	18	4390	6390	7300	13,69
Alberto Cobeña	19	3630	6295	8055	14,35
Jenny Johana Macias Zambrano	29	7095	7333	8923	16,26
Jhon Mendoza Loor	16	3490	6549	6959	13,51
Silvia Solorzano Moreira	17	3600	6840	8080	14,92
María Rodríguez	18	8508	10100	21902	32,00
Juan Loor Cedeño	14	3050	6504	6744	13,25
Antonio Barreiro Quiroz	11	2040	2020	2775	4,80
Armandito Vera Andrade	12	2780	5946	5461	11,41
Total	397	117268	150272	206561	356,83
Promedio	19,85	5863,4	7513,6	10328,05	17,84

Para el cálculo de la potencia instalada (W) se consideró particularmente el inventario de cada equipo por tipo con su potencia nominal unitaria y la cantidad de dispositivos consumidores de energía que existen y se aplicó la ecuación 1.

$$P = Ce * Pnu \quad (1)$$

Donde:

P→ potencia (W)

Ce→ cantidad de equipos (U)

Pnu→ potencia nominal unitaria (W)

Para definir la estimación de energía a consumir en un día se consideró además el cálculo de horas de explotación diaria por cada equipamiento o dispositivo consumidor de electricidad, utilizándose la ecuación 2.

$$Ec = P * h/d \tag{2}$$

Donde:

E_c → estimado de la energía consumida (Wh/día)

h → horas de trabajo (X horas)

d → día (1 día)

El estudio de carga ha permitido calcular que como promedio por vivienda existen unos 20 equipos y dispositivos consumidores de energía instalados, con una potencia instalada promedio por viviendas es de 5,9 kW, con un consumo diario total como promedio de 18 kWh, de los cuales unos 8 kWh se consumen durante las horas del día para el 44% y 10 kWh se consumen en horario nocturno para el 56%.

Estudio del potencial solar

Otro de los trabajos que se realizaron para introducir la tecnología fotovoltaica, está relacionado con el estudio del potencial solar en el sitio de la instalación. En la figura 2 se muestra el mapa del potencial solar diario promedio anual en el cantón Portoviejo, de donde se obtienen los datos para realizar los cálculos energéticos de los sistemas fotovoltaicos que se proponen instalar en la comunidad Playa Prieta.

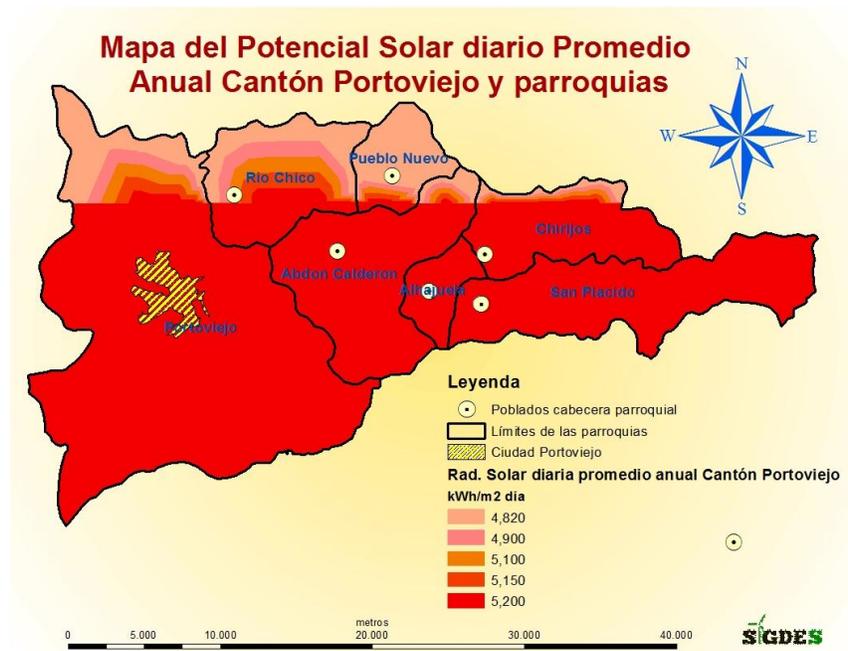


Figura 2. Mapa del potencial solar diario promedio anual en del cantón Portoviejo

Fuente: [16]

En la tabla 2 se muestra el cálculo de la radiación solar promedio por meses del año incidente en la comunidad Playa Prieta.

Tabla 2. Radiación solar promedio por meses del año

Prom. anual	Ener	Feb	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sep	Oct	Nov	Dic
4,845	5,399	5,275	5,856	5,769	5,231	4,086	3,802	4,096	4,420	4,458	4,607	5,149

Fuente: ^[16]

Cálculo de la productividad normalizada (P_n)

Otro de los datos que resulta necesario calcular es el relacionado con la productividad normalizada¹ y se ha realizado utilizando la ecuación 3.

$$P_n = P_{spa} * PFV * Acc * \eta_t * \eta_c \quad (3)$$

Donde:

P_n → productividad normalizada (kWh/kWp día)

P_{spa} → potencial solar promedio anual (kWh/m^2 día)

PFV → potencia fotovoltaica (kWp)

Acc → área de captación solar de las células fotovoltaicas ($6,4m^2$)

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%)

En la tabla 3 se expone el cálculo de la productividad normalizada para la comunidad Playa Prieta según la radiación solar incidente en los meses del año.

Tabla 3. Cálculo de la productividad normalizada

Prom. anual	Ener	Feb	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sep	Oct	Nov	Dic
4,316	4,810	4,699	5,217	5,139	4,660	3,640	3,387	3,649	3,938	3,972	4,104	4,587

Fuente: ^[16]

De esa manera se pudo comprobar que como promedio anual la $P_n=4,316$ kWh/kWp día.

Estudio del mercado

Una de las barreras reconocidas internacionalmente para la penetración de los sistemas fotovoltaicos, resulta los precios que en el mercado venían experimentando estas

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).

tecnologías en años anteriores. En la actualidad la reducción de los precios, el incremento de la calidad y el tiempo de la vida útil calculada, las sitúan dentro de la competencia del mercado energético con muy buen posicionamiento ^[15].

Sin embargo en el Ecuador el precio de la energía fotovoltaica es todavía alto y no se reduce mucho aun cuando el gobierno ha decidido liberar de aranceles a estas tecnologías para su ingreso al país.

Se ha podido comprobar mediante la oferta comercial realizada por la empresa privada ARPRO Industrial S.A., radicada en Manta, provincia de Manabí (en el anexo 3 se adjunta la oferta comercial referida anteriormente), que el kWp de fotovoltaica para conexión a la red se cotiza actualmente de cara al mercado ecuatoriano a unos 3,36 dólar, en relación con el precio de 1,70 dólar con que se cotiza en el mercado internacional liderado por China. Esta es una situación que está frenando la aplicación de las tecnologías de aprovechamiento fotoeléctrico en la provincia de Manabí.

Se conoce que con la generación fotovoltaica se puede cubrir un 40% del consumo total de energía en la comunidad rural de Playa Prieta, que corresponde con el gasto energético del poblado en horas del día cuando la radiación solar se encuentra disponible, que en el caso de las 20 viviendas estudiadas es equivalente a 150,3 kWh y conociendo que la productividad normalizada para la comunidad Playa Prieta puede ser igual a: 4,316 kWh/kWp día, se puede calcular la potencia que se requiere instalar en dicha comunidad para cubrir el consumo de electricidad en horas diurnas y lograr mejorar la calidad del servicio. Para calcular la potencia fotovoltaica que se requiere instalar se utilizó la ecuación 4.

$$P_{fvNi} = E_{Cea}/P_{na} \quad (4)$$

Donde:

P_{fvNi} → Potencia fotovoltaica necesaria a instalar (kWp)

E_{Cea} → Estimado del consumo de electricidad en horario diurno (kWh día)

P_{na} → Productividad normalizada (kWh/kWp día)

De esta manera se puede estimar que la potencia fotovoltaica que se requiere instalar para cubrir el 40% del gasto de energía de las viviendas que fueron estudiadas en la comunidad Playa Prieta= 35 kWp.

Posible solución del problema y diseño de la central fotovoltaica

Está comprobado por el efecto Joule² que a mayor distancia entre el centro de generación y el usuario se incrementan las pérdidas de energía y esta situación implica que en determinados momentos la calidad del servicio no sea buena en la comunidad Playa Prieta, a pesar de que previamente se ha instalado una subestación.

La posible solución puede radicar en el modo de la generación distribuida mediante el aprovechamiento de las fuentes renovables. En este caso particularmente la fuente de energía que se encuentra con mayor disponibilidad en la zona de estudio corresponde a la energía solar los 365 días del año, por lo que se propone la instalación de una central fotovoltaica que pueda cubrir el 40% de la energía que se consume en las viviendas que fueron estudiadas en la comunidad Playa Prieta, logrando con ello la elevación de la calidad del servicio y al propio tiempo contribuir al ahorro de petróleo y la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera por concepto de generación de energía eléctrica.

Según el estudio de la carga horaria realizado en la comunidad estudiada y considerando la calidad del potencial solar incidente en la zona, la potencia a instalar es aproximadamente de 35 kWp de tecnología fotovoltaica conectada en el modo de la generación distribuida a la red de baja tensión, tomando como sitio de instalación las superficies techadas o espacios libres próximos a las viviendas, lo que garantiza el aporte de energía mejorando la calidad del servicio eléctrico y el ahorro de electricidad que se genera con base al consumo de petróleo.

De manera general las pequeñas centrales fotovoltaicas estarán conformadas por un generador integrado por módulos de silicio policristalino. En la figura 3 se muestra una imagen de un módulo fotovoltaico de silicio policristalino que se utilizarán en la comunidad rural de Playa Prieta.

² Se conoce como efecto Joule al fenómeno irreversible por el cual si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo



Figura 3. Módulo fotovoltaico de silicio policristalino propuesto

Fuente: Manual del inversor SUNWAY TG 71-ES-800V-TK

El inversor se encargará de sincronizar los parámetros técnicos de la generación con los de la red, con la función de transformar la corriente continua del generador fotovoltaico en corriente alterna e inyectarla a la red de baja tensión de las viviendas.

Para su conexión eléctrica se debe considerar la debida precaución, ya que el inversor puede resultar dañado a causa de descargas electrostáticas, por ese motivo es necesario descargar la electricidad estática del cuerpo antes de tocar cualquier componente.

La figura 4 se muestra la asignación de las boquillas individuales de la carcasa en el lado inferior del inversor, para la conexión con el sistema fotovoltaico.

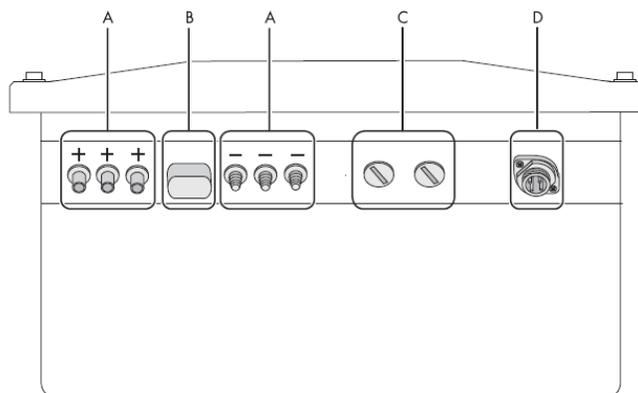


Figura 4 Boquillas individuales de la carcasa en el lado inferior

Fuente: Manual del inversor SUNWAY TG 37-600V-TK

En la tabla 3 se expone la descripción de los componentes a nivel de las boquillas individuales de la carcasa en el lado inferior del inversor.

Tabla 3. Descripción de los componentes

Componente	Descripción
A	Conectores para la conexión de los Strings fotovoltaicos
B	Conector hembra para la conexión del seccionador de carga de CC Electronic Solar Switch (ESS)
C	Boquilla de paso (con tapa) para la comunicación
D	Conector para la conexión CA

Fuente: Manual del inversor SUNWAY TG 37-600V-TK

Para la realización del diseño técnico de las centrales fotovoltaicas que se proponen se utilizó como herramienta de apoyo el software PVSYST, mostrando el informe principal del proyecto y la tabla con los resultados principales.

Este software dispone de varias bases de datos como son: la de los componentes que agrupan los módulos; inversores, generadores, acumuladores, así como también la colección de datos meteorológicos de la gran parte del mundo. En la figura 5 se puede apreciar la pantalla de inicio del sistema.

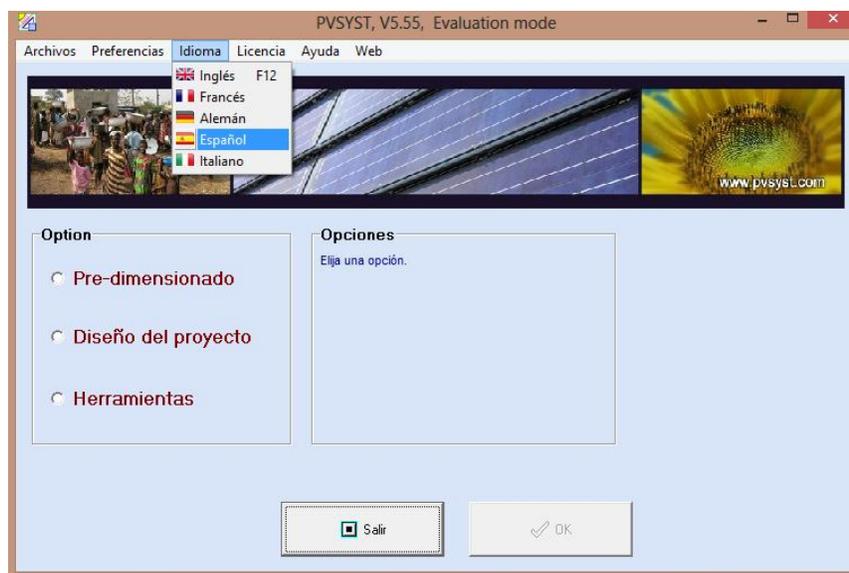


Figura 5. Pantalla de inicio del PVSYST.

Fuente: Elaboración propia. PVSYST V5.55.

En la pantalla de inicio se puede seleccionar cualquiera de las tres opciones que se sugieren.

1. Pre-dimensionado: permite realizar un análisis sencillo sin componentes reales para evaluar las dimensiones que podrá tener el sistema, evaluaciones rápidas de la producción del sistema calculando valores mensuales.
2. Diseño del proyecto: esta herramienta permite realizar un estudio y análisis completo del proyecto en cuestión, con cálculos precisos de la producción del sistema, utilizando simulaciones detalladas por horas, además de poder estudiar diferentes variantes de sistemas y comparar entre cada una de ellas; también efectúa estudios de pérdidas totales del sistema, así como perfiles de sombreado en 3D y evalúa económicamente la inversión con valores reales de sus componentes.
3. Herramientas: contiene una caja de herramientas que cuenta con datos de clima, base de datos de componentes (módulos FV, inversores, baterías, bombas, etc.), útiles didácticos (geometría solar, optimización de la orientación, comportamiento eléctrico de campos fotovoltaicos con sombreado o “mismatch”) y análisis de datos reales medidos.

Cuando se selecciona la opción herramientas de diseño, aparecen otras como se muestra en la figura 6.

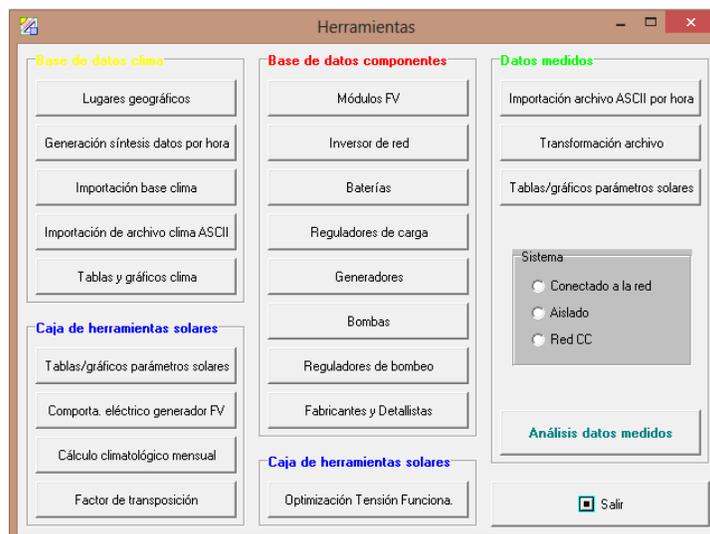


Figura 6. Pantalla de herramientas

Fuente: Elaboración propia. PVSYST V5.55.

Después de guardar los cambios realizados, se entra en la opción de diseño del proyecto, en el momento de hacerlo aparecerán otras opciones como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Opción diseño del proyecto, conectado a la red

Fuentes: Elaboración propia. PVSYS V5.55.

La opción elegida para el diseño del proyecto fue “conectado a red”, porque es el sistema que se va a utilizar para el proyecto.

Para ello se rellena el formulario y se escogen los datos meteorológicos a utilizar. En la figura 8 se muestra la panta de entrada al formulario de diseño y se comienza pinchando el botón “proyecto”.

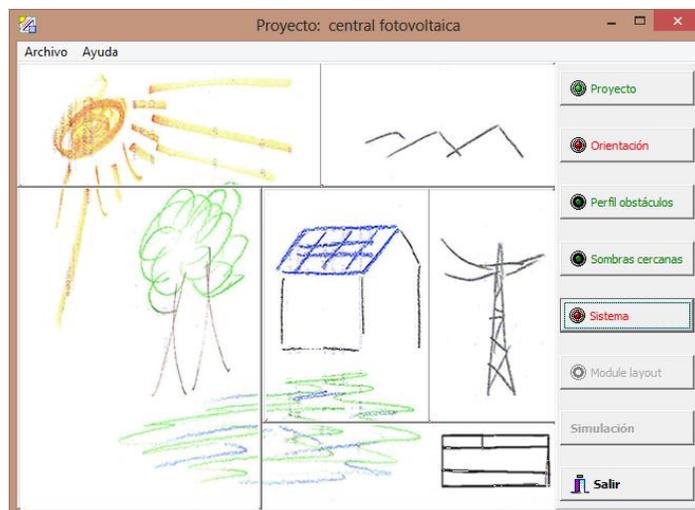


Figura 8. Formulario del proyecto

Fuente: Elaboración Propia. PVSYS V5.55

Pinchando el botón “proyecto” se logra registrar el diseño. En la figura 9 se muestra la pantalla donde se registran los datos.

Definiciones del proyecto y de la versión de simulación

Designación del proyecto

El proyecto incluye principalmente la definición geográfica del LUGAR y el archivo CLIMA asociado por hora

Nombre proyecto: CENTRAL DE 3.4 KW EN EL EDIFICIO No 3 Fecha: 26/01/2016

Cliente: JEFFERSON REINA Teléfono: 0982824736

Dirección: UTM Fax:

Ciudad: PORTOVIEJO Email: jany18.cha@hotmail.co

País: ECUADOR

Anular Nuevo proyecto Cargar proyecto Guardar y Estación Meteorológica

Variante del sistema

Una versión del sistema incluye todos los parámetros requeridos para una

N° Variante: Nueva variante de simulación Nueva versión

Retorno [Cálculo]

Figura 9. Definiciones del proyecto

Fuente: Elaboración Propia. PVSYS V5.55

También se debe definir el lugar geográfico y la estación meteorológica. En la figura 10 se muestra dicha opción.

Proyecto: Ubicación y estación meteorológica

Lugar Geográfico y Estación Meteorológica

País: Equator Lugar: Portoviejo nuevo Abrir

Archivo Clima: portoviejo_syn.met : Portoviejo, Síntesis datos por hora Abrir ?

Acciones especiales:

Lugar estación meteorológica => Lugar Copiar

Lugar del proyecto => Archivo síntesis clima Generar

Retorno Anular Siguiente

Figura 10. Ubicación estación meteorológica

Fuente: Elaboración Propia. PVSYS V5.55

Después de haber realizado los pasos detallados anteriormente, se guardan los cambios. En el siguiente paso corresponde elegir la orientación y ubicación que se le debe dar a los módulos. En este caso se consideró el diseño con plano inclinado fijo y la orientación corresponde de sur a norte para garantizar un mejor aprovechamiento de la radiación solar. Después de saber la orientación se consigna el ángulo de inclinación de los módulos el cual corresponde a los 10°, con el objetivo de contribuir a la limpieza de las células fotovoltaicas. En la figura 11 se muestra el ángulo de inclinación adoptado.

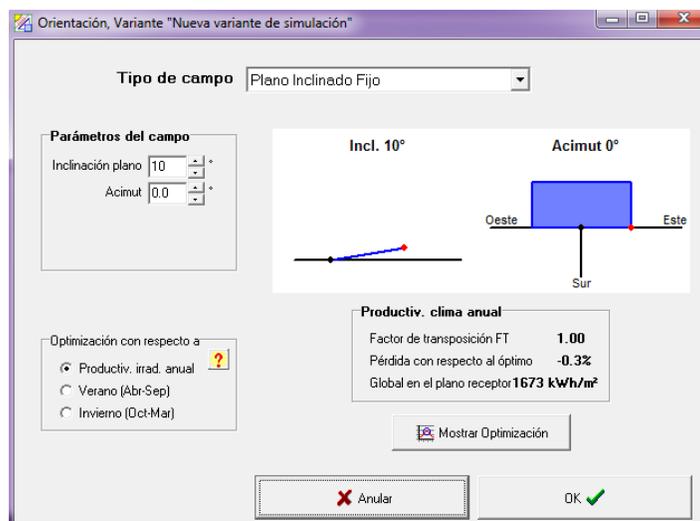


Figura 11. Orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos

Fuente: Elaboración Propia. PVSYS V5.55

Luego se procede a elegir el botón “Sistema” en la pantalla inicial del proyecto y aquí se realiza el diseño técnico de la central en su conjunto, seleccionando la tecnología adecuada. En la figura 12 se muestra la panta de la definición del sistema conectado a red.

PVSYST V5.55		22/11/16	Página 1/3
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación			
Proyecto :	Comunidad rural Playa Prieta		
Lugar geográfico	Quito	País	Equator
Ubicación	Latitud 0.1°S	Longitud	78.2°W
Hora definida como	Hora Legal	Huso hor.	UT-5
	Albedo		2818 m
Datos climatológicos :	Quito, Síntesis datos por hora		
Variante de simulación :	Nueva variante de simulación		
	Fecha de simulación	22/11/16 13h04	
Parámetros de la simulación			
Orientación Plano Receptor	Inclinación	10°	Acimut 0°
Perfil obstáculos	Sin perfil de obstáculos		
Sombras cercanas	Sin sombreado		
Características generador FV			
Módulo FV	Si-poly	Modelo	\$F 180 P5-29
		Fabricante	Hanwha SolarOne
Número de módulos FV		En serie	10 módulos
N° total de módulos FV		N° módulos	10
Potencia global generador		Nominal (STC)	1800 W/p
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	247 V
Superficie total		Superficie módulos	15.2 m²
Inversor		Modelo	Powador 1501 xl
		Fabricante	KACO new energy
Características		Tensión Funciona.	125-400 V
		Phom unitaria	1.50 kW AC
Factores de pérdida Generador FV			
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
	=> Temp. Opera. Nom. Cél. (G=800 W/m², Tamb=20° C, Viento=1m/s)		TONC 56 °C
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	640 mOhm	Fracción de Pérdidas 1.5 % en STC
Pérdida Caldoa Módulo			Fracción de Pérdidas 1.5 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas 2.0 % en MPP
Efecto de Incidencia, parametrización ASHRAE	IAM	1 - bo (1/cos 1 - 1)	Parámetro bo 0.05
Necesidades de los usuarios :	Carga Ilimitada (red)		

Figura 14. Página 1 del informe principal del proyecto

Fuente: Elaboración propia. PVSYST V5.55

En la tabla 4 se muestra la tabla con el balance principal de los resultados.

Tabla 4. Balance principal de los resultados

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	%	%
Enero	155.0	14.40	144.4	138.9	214.7	203.0	9.76	9.23
Febrero	147.0	14.40	140.4	135.7	208.8	197.5	9.76	9.23
Marzo	164.0	14.40	161.2	156.1	239.7	226.7	9.77	9.23
Abril	152.0	15.00	154.7	150.0	232.5	219.8	9.86	9.33
Mayo	153.0	14.40	159.9	155.1	240.5	227.3	9.88	9.33
Junio	141.0	14.40	149.1	144.6	225.0	212.7	9.91	9.37
Julio	146.0	14.40	153.2	148.5	232.4	219.7	9.96	9.41
Agosto	154.0	14.40	158.2	153.6	240.0	227.0	9.96	9.42
Septiembre	157.0	14.40	156.8	151.9	236.8	224.0	9.92	9.38
Octubre	166.0	14.40	160.2	154.8	241.2	228.1	9.88	9.35
Noviembre	156.0	14.40	145.7	139.8	215.8	204.0	9.72	9.19
Diciembre	155.0	14.40	142.7	136.7	212.6	200.9	9.78	9.24
Año	1846.0	14.45	1826.5	1765.6	2740.1	2590.7	9.85	9.31

Fuente: Elaboración propia. PVSYST V5.55

Descripción de los acrónimos de la tabla:

GlobHor → Irradiación global horizontal.

T Amb→ Temperatura ambiente.

GlobInc→ Irradiación global incidente en plano receptor.

GlobEff→ Irradiación global efectivo corregido para IAM y sombreados.

EArray→ Energía efectiva en la salida del generador.

E_Grid→ Energía inyectada en la red.

El diseño de las 20 pequeñas centrales fotovoltaicas que se proponen puede cubrir aproximadamente el 40% de la electricidad que se consume en la comunidad rural Playa Prieta, pueden promediar en la generación diaria por cada pequeña central unos 7,09 kWh. Este aporte de energía en el modo de la generación distribuida puede contribuir al mejoramiento de la calidad del servicio eléctrico en las viviendas donde se encuentren instaladas, al propio tiempo que se logra reducir el consumo de petróleo derivado de la generación eléctrica, disminuir las pérdidas y contribuir a evitar las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Cada una de las 20 pequeñas centrales fotovoltaicas estará integrada técnicamente por los siguientes componentes:

- a. Un generador fotovoltaico con 10 módulos de silicio policristalino del modelo SF 180 P5-29, con una potencia nominal de 180 Wp. El generador estará dispuesto con 1 cadena en paralelo y 10 módulos en serie, una potencia en condiciones de funcionamiento de 1602 Wp (50°C), con un $V_{mpp}= 247V$, $I_{mpp}= 6,5A$;
- b. Un inversor del tipo Powador 1501 xi, KACO new energy, con una potencia unitaria de 1,5 kW. Una tensión de funcionamiento de 125-400 V, 50/60 Hz que posee un grupo de protecciones y un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia;
- c. Se prevén utilizar además las protecciones adecuadas para el lado de corriente continua y el lado de corriente alterna;
- d. Cable solar de 6 mm² y;
- e. Las estructuras metálicas de soporte para los módulos fotovoltaicos.

La investigación ha permitido calcular que en un año entre las 20 viviendas estudiadas pueden estar consumiendo un total de 130,2 MWh, de los cuales 54,8 MWh lo realizan en el horario diurno cuando se encuentra disponible de ser aprovechada la energía solar. Ello supone que si cada pequeña central fotovoltaica que ha sido diseñada para instalar en el modo de la generación distribuida, puede generar unos 2,59 MWh al año,

entre las 20 instalaciones se estarían generando 51,8 MWh que representa el 40% del consumo de electricidad total del año de la comunidad.

Circuito eléctrico de un sistema fotovoltaico conectado a la red de baja tensión de una vivienda

En la figura 15 se muestra un ejemplo del circuito eléctrico diseñado para un sistema fotovoltaico conectado a la red de baja tensión de una vivienda.

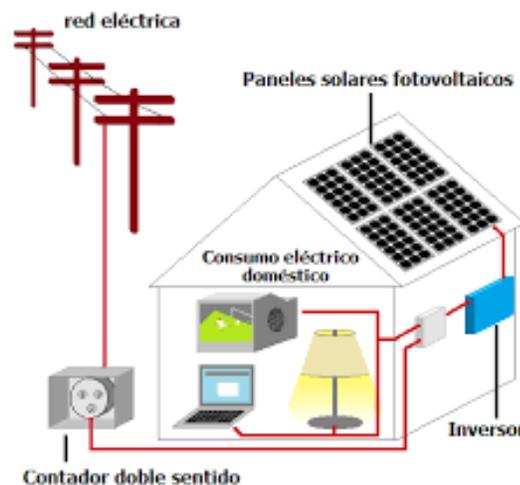


Figura 15. Circuito de una central fotovoltaica conectada a la red de baja tensión

Impactos energético, económico, ambiental y social

Los estudios de impactos energéticos, económico, ambiental y social forman parte integrante de los trabajos que deben desarrollarse desde la etapa conceptual del proyecto, por cuanto de sus resultados dependen los elementos que serán razonados por los decisores para asignar el financiamiento requerido para la inversión.

Se puede afirmar que no existe una central fotovoltaica igual a otra, ni en su configuración técnica, ni por los resultados que estas aportan. Cada diseño está singularizado por un grupo de factores estrechamente relacionados con la sostenibilidad, entre los que se destacan los siguientes:

- a) Los objetivos propios trazados para la inversión, energéticos, económicos, ambientales y sociales;

- b) Los problemas energéticos, económicos, ambientales y sociales que se resolverían con la instalación de la tecnología;
- c) El impacto técnico al sistema eléctrico del sitio donde se instala la tecnología.
- d) El impacto económico para el estado que se derivan del ahorro de recursos que aporta la introducción de la tecnología fotovoltaica.
- e) Los beneficios ambientales que se derivan de la introducción de la tecnología;
- f) Los beneficios sociales que se asocian con la introducción de la generación fotovoltaica.

Estos factores y otros que de manera particular pueden presentarse, implican que cada proyecto requiera una evaluación específica, justificándose los recursos que se invierten durante la elaboración de los estudios para la introducción de la tecnología.

El impacto energético.

Los objetivos principales que desde el punto de vista energético se trazaron con el proyecto, están enfocados en los siguientes objetivos:

- a) Generar energía fotovoltaica para cubrir una parte de la demanda de energía que consume la comunidad rural Playa Prieta, logrando mejorar la calidad del servicio.
- b) Disminuir las pérdidas técnicas y no técnicas del sistema centralizado convencional, lo que representa un aporte a nivel institucional.
- c) Reducir el consumo de petróleo por concepto de la generación de energía eléctrica, contribuyendo a la preservación de los recursos naturales.
- d) Contribuir a evitar las emisiones de CO₂ a la atmósfera.
- e) Elevar la conciencia energética de los pobladores de la comunidad.

El impacto económico.

La cantidad de energía que puede generar una central fotovoltaica y su destino final, se encuentran estrechamente vinculadas con la modalidad y variantes que pueden adoptarse para realizar el análisis de factibilidad económica de una inversión de esa naturaleza.

Los objetivos principales que desde el punto de vista económico se pueden lograr con el proyecto, están enfocados en los siguientes elementos:

- a) Reducir el monto de la factura eléctrica en un 40% para los usuarios de la comunidad rural de Playa Prieta.
- b) Lograr un costo adecuadamente competitivo del kWh generado con fotovoltaica.
- c) Aliviar la carga económica del estado en función del subsidio del servicio eléctrico en la provincia.

El impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental se realiza con el objetivo de determinar el impacto al medio que se puede propiciar con la introducción de la tecnología fotovoltaica y estos deben ser estudiados en dos direcciones: los efectos negativos al ambiente del sitio donde se instala la tecnología; y los beneficios ambientales que se logran con la reducción del consumo de combustible fósil como consecuencias de la introducción de la tecnología fotovoltaica.

Los principales efectos ambientales negativos asociados a la introducción de la tecnología fotovoltaica, van a estar relacionados con la ocupación del espacio y la intrusión visual al paisaje que se causa con la introducción del equipamiento. La ubicación de los módulos fotovoltaicos crea un compromiso de ocupación del espacio.

La posibilidad de utilizar una parte de la superficie techada de las viviendas de la comunidad, reduce de manera importante los efectos de la ocupación del área, pues corresponde a espacios que no se utilizan para otras funciones, que no sean las propias de ese tipo de superficies. La intrusión visual es mínima al encontrarse instalada en la parte superior de las edificaciones.

Entre los beneficios y ventajas ambientales que reporta la tecnología fotovoltaica podemos señalar las siguientes:

- a. No emite ruido en su funcionamiento;
- b. No tiene partes móviles;
- c. No necesita ser abastecida;
- d. No emite gases contaminantes en su etapa de explotación y;
- e. Al ser instalada en la cubierta de la edificación puede reducir la transferencia de calor hacia el interior, beneficiando la climatización de los locales y con ello el ahorro de energía.

Estas características la convierten en una valiosa solución tecnológica reductiva de impactos ambientales.

Cuando se consideran las pérdidas asociadas al sistema de generación y suministro energético centralizado, se puede afirmar que por cada kWh de energía fotovoltaica suministrada en el modo distribuido de conexión directa a la red de baja tensión de las viviendas, se puede ahorrar más de 1 kWh de electricidad generada con fósiles, por lo que puede tener un valor agregado de reducción de impactos ambientales.

Si se entra a considerar el petróleo evitado por la generación fotovoltaica y la reducción de las pérdidas, se puede estimar que por cada MWh de electricidad fotovoltaica generada se puede evitar la emisión de 0,9 toneladas de CO₂.

En las condiciones que se prevé la generación fotovoltaica de las 20 centrales fotovoltaicas diseñadas en el modo de la generación distribuida para la comunidad de Playa Prieta, pueden estar contribuyendo a disminuir las emisiones de 47 ton de CO₂ a la atmósfera anualmente, durante 25 años que contempla el ciclo de vida útil de la tecnología.

El impacto social

El impacto social constituye un elemento que difícilmente puede lograrse a través de las formas tradicionales de implementar la energía. La tecnología fotovoltaica permite como ninguna otra fuente, la relocalización del recurso energético muy próximo a los actores sociales que consumen la electricidad y este puede ser un elemento influyente para la adopción de nuevas posturas de consumo y responsabilidad en función de la preservación de los recursos y la adopción de patrones de utilización y gasto energético adecuados a las necesidades reales del trabajo y las personas.

La ubicación de una central fotovoltaica en la superficie techada de las viviendas en la comunidad de Playa Prieta, puede propiciar un cambio importante del rol social de los pobladores de la comunidad, al pasar de ser una simples consumidores de energía, a poseer la capacidad de generar una parte de la electricidad que consumen mediante el aprovechamiento de un recurso energético limpio e inagotable como resulta la energía solar.

La introducción de la tecnología puede convertir a la comunidad rural de Playa Prieta en pionera en la introducción de las centrales fotovoltaicas conectadas a la red de

baja tensión, lo que sin dudas contribuye a elevar la imagen ambiental de la institución ante la sociedad manabita.

Necesidad de financiamiento

Instalar sistemas fotovoltaicos para autoconsumo resulta una inversión equivalente al 55% más económica que realizar una instalación fotovoltaica aislada (con baterías) debido a que en este caso las baterías no serán necesarias y estas últimas resultan uno de los componentes más costosos del sistema, especialmente cuando se analiza el ciclo de vida, por los recambios de esta tecnología que se requieren realizar. Es por ello que las instalaciones conectadas a la red de baja tensión resulta una propuesta económicamente viable cuando se trata de mejorar la calidad del servicio eléctrico, preservar recursos naturales, disminuir las pérdidas y evitar las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

En la actualidad los pequeños sistemas se comercializan en módulos tecnológicos, los llamados kits de autoconsumo fotovoltaico directo, que en materia de tecnología únicamente necesitan paneles solares y el inversor solar. Estos permiten generar y consumir su propia electricidad durante el día. Una vez se ponga el sol se continua consumiendo la electricidad de la red eléctrica.

Un Kit solar para la conexión a la red con una potencia de 1,8 kWp, viene equipado con el sistema de inyección a la red eléctrica, que lo integra un generador conformado por 10 módulos de 180 Wp; un inversor de conexión a red trifásico de 1,5kW; 20 metros de cable unifilar de 6mm, conectores Weidmuller para poder empalmar el cable y estructura sobre suelo para los 10 módulos solares.

En el mercado internacional y considerando el ciclo de vida útil de la tecnología el costo del kit está valorado en 2486,34 dólares, con un costo aproximado del kWh generado de 0,03 centavos dólar, competitivo con cualquier otra tecnología de generación de electricidad.

Para la inversión que se propone en la comunidad Playa Prieta se requieren 20 Kits de tecnología fotovoltaica de 1,8 kWp cada uno, por lo que se necesita un financiamiento equivalente a 49720,00 USD.

A manera de conclusiones se pueden ofrecer los siguientes elementos:

1. La intensidad, calidad y disponibilidad del potencial solar durante todo el año en la comunidad Playa Prieta, permite la introducción de la tecnología fotovoltaica para generar energía eléctrica, con un rendimiento competitivo con cualquier otra de las tecnologías y fuentes de generación existentes, lo que permitirá mejorar la calidad del servicio eléctrico, reducir las pérdidas, disminuir el costo del kWh generado y servido, preservar recursos naturales y contribuir a evitar las emisiones de CO₂ a la atmósfera.
2. Resulta viable desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y social, introducir la tecnología fotovoltaica conectada a la red de baja tensión de las 20 viviendas estudiadas en la comunidad rural de Playa Prieta, con el objetivo de reducir en un 40% el consumo de energía de la red convencional.
3. La instalación de las 20 centrales fotovoltaicas en el modo de la generación distribuida conectadas a la red de baja tensión de las viviendas estudiadas en la comunidad rural de Playa Prieta, permite una mayor relocalización del recurso energético a costa de aprovechar una fuente autóctona, que puede influir en la formación de una nueva conciencia y postura social frente a un consumo más eficiente y el ahorro de energía.

A manera de recomendaciones se puede plantear lo siguiente:

- I. Resulta recomendable continuar los estudios para la introducción en la comunidad de Playa Prieta de una central de acumulación de energía renovable, que permita no sólo mejorar la calidad del servicio durante las horas del día, sino que se pueda garantizar un aporte de energía a la red durante las horas nocturnas de mayor consumo, logrando con ello al propio tiempo disminuir las pérdidas, ahorrar recursos naturales, reducir el costo del kWh servido y contribuir a evitar las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

1. Presupuesto

Tabla Análisis del presupuesto

RUBRO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Recursos Humanos	2	450,00	900,00
Recursos Materiales			
Papel	1000	4,00	4,00
Impresión	100	6,00	6,00
Transporte	15	10,00	150,00
Otros gastos	15	5,00	75,00
Sub total			1135,00
12% IVA			136,20
TOTAL			1271,20

Fuente: Docentes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaboración: Autor del trabajo de titulación

2. Cronograma

ACTIVIDADES	TIEMPOS									
	Semanas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recopilación de información	X									
Aplicación de las técnicas		X								
Encuestas tabulación y análisis de datos			X							
Tema y planteamiento de problema				X						
Desarrollo del marco teórico					X					
Visualización del alcance de estudio						X				
Desarrollo y diseño de la investigación							X	X		
Definición y selección de la muestra y recolección y análisis de datos									X	
Reporte de los resultados (conclusiones y recomendaciones)										X

3. Bibliografía

1. Intriago Cedeño Gabriela and S.C. Susana, *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.
2. Asamblea Constituyente, *Constitución De La República Del Ecuador*. Decreto Legislativo 0, Registro Oficial 449 de 20-oct-2008, Última modificación: 13-jul-2011. Estado: Vigente, Disponible en: http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf 2008.
3. Asamblea Nacional, *Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inversiones*. Registro oficial del Órgano de Gobierno del Ecuador., Disponible en: <http://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec050es.pdf>, 2010.
4. SENPLADES, *Plan Nacional Del Buen Vivir 2013-2017*. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades, 2013 Quito, Ecuador (primera edición). ISBN-978-9942-07-448-5. Disponible en: <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>, 2013.
5. 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.
6. 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.
7. 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>.
8. 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.
9. 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>.
10. 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.waterymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20Mantenimiento/Calidad%20de%20la%20Energia.pdf>.
11. 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.

12. Quijje 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.
13. Pablo, D.V., *Confiabilidad de los sistemas fotovoltaicos autónomos. Aplicación a la electrificación rural*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones, 2005. **Tesis Doctoral. Repositorio de la UPM. Consultado el 12 septiembre de 2016. Disponible en: [http://oa.upm.es/169/1/PABLO DIAZ VILLAR.pdf](http://oa.upm.es/169/1/PABLO_DIAZ_VILLAR.pdf)**.
14. Soto I E, *Celdas fotovoltaicas en la generación distribuida*. Santiago de Chile, 2005. **Tesis Consultada el 10 de noviembre de 2016. Disponible en: <http://web.ing.puc.cl/power/paperspdf/pereda.pdf>** p. 7.
15. 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.
16. Rodríguez Gámez María, *Sistema de Información Geográfica para el Desarrollo Sostenible" (SIGDES)*. Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí, 2015.

Anexo 1. Encuesta

Lugar: Sitio Playa Prieta

Objeto de la encuesta: Definir una aproximación respecto al criterio que poseen los usuarios relacionado con a la calidad del servicio eléctrico en el sitio Playa Prieta, así como los criterios y aceptación de la población en relación con una solución derivada del uso de las fuentes renovables de energía.

- 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 inside en el sitio Playa Prieta?
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. Registro del estudio de carga

Análisis de carga								
Equipos	Potencia	Cantidad	Pot. Inst	Horas de trabajo		Consumo de energía		Consumo
	(W)	(U)	(W)	07:00-	19:00-	07:00-	19:00-	Total día
				(U)	(U)	(W/h)	(W/h)	kWh
Casa de: Beatriz Margarita Moreira Romero								
Punto de luces	60	12	720	1	4	720	2880	3,6
Televisor 21"	100	1	100		3	0	300	0,3
Televisor 32"	110	1	110	1	3	110	330	0,4
Televisor 40"	120	1	120	4	4	480	480	1,0
Refrigerador	350	1	350	8	6	2800	2100	4,9
Tostadora	1200	1	1200	0,2		240	0	0,2
Equipo de sonido	100	1	100	1	1	100	100	0,2
Plancha	1000	1	1000	0,2		200	0	0,2
Bomba de agua	800	1	800	0,3	0,3	240	240	0,5
Lastop	180	1	180	2		360	0	0,4
Computador de escritorio	350	1	350	2	1	700	350	1,1
DVD	75	1	75	1	1	75	75	0,2
Secadora de pelo	350	1	350	0,2		70	0	0,1
Batidora	105	1	105	0,2	0,2	21	21	0,0
Ventilador	90	2	180	4	6	720	1080	1,8
Cargador de baterías	60	1	60	1	1	60	60	0,1
Licuada	300	1	300	0,2	0,2	60	60	0,1
Radio	200	1	200	1	1	200	200	0,4
Microondas	1000	1	1000	0,1	0,1	100	100	0,2
TOTAL		31	7300			7256	8376	15,6
Casa de: Irminia Sanchez								
Punto de luces	60	10	600	1	4	600	2400	3,0
Televisor 32"	110	1	110	1	3	110	330	0,4
Televisor 40"	140	1	140	4	4	560	560	1,1
Refrigerador	420	1	420	8	6	3360	2520	5,9
Equipo de sonido	100	1	100	1	1	100	100	0,2
Plancha	1000	1	1000	0,2		200	0	0,2
Bomba de agua	750	1	750	0,3	0,3	225	225	0,5
Bomba de agua	1000	1	1000			0	0	0,0
Lastop	180	1	180	2		360	0	0,4
Lastop	200	1	200	1	1	200	200	0,4
DVD	80	2	160	1	1	160	160	0,3
Batidora	120	1	120	0,2	0,2	24	24	0,0
Ventilador	100	2	200	4	6	800	1200	2,0
Extractor de jugo	150	1	150	1	1	150	150	0,3
Licuada	400	1	400	0,2	0,2	80	80	0,2
TOTAL		26	5530			6929	7949	14,9
Casa de: Jeisón Vera								
Punto de luces	30	5	150	1	4	150	600	0,8
Punto de luces	60	6	360	1	4	360	1440	1,8
Televisor 32"	120	2	240	2	3	480	720	1,2
Refrigerador	300	1	300	8	6	2400	1800	4,2
Tostadora	1200	1	1200	0,2	0,1	240	120	0,4
Equipo de sonido	80	1	80	1	1	80	80	0,2
Plancha	800	1	800	0,2	0	160	0	0,2
DVD	100	1	100	1	1	100	100	0,2
DVD	120	1	120		1	0	120	0,1
Ducha eléctrica	2500	1	2500	0,1	0,2	250	500	0,8
Ventilador	90	1	90	4	6	360	540	0,9
Aire acondicionado	2638	1	2638		5	0	13190	13,2

Licudora	400	1	400	0,2	0,2	80	80	0,2
Cafetera	800	1	800	0,2	0,1	160	80	0,2
Lavadora	390	1	390	1	0	390	0	0,4
TOTAL		25	10168			5210	19370	24.6
Casa de: Mariela Caicedo Quevedo								
Punto de luces	30	4	120	1	4	120	480	0.6
Punto de luces	100	3	300	1	4	300	1200	1.5
Televisor 21"	120	1	120	3	4	360	480	0.8
Refrigerador	450	1	450	8	6	3600	2700	6.3
Plancha	900	1	900	0,2		180	0	0.2
Lastop	150	1	150	2	1	300	150	0.5
Ventilador	90	1	90	4	6	360	540	0.9
Licudora	300	1	300	0,2	0,1	60	30	0.1
Radio	150	1	150	2	1	300	150	0.5
TOTAL		14	2580			5580	5730	11.3
Casa de: Piedad Velázquez Tigua								
Punto de luces	60	5	300	1	4	300	1200	1.5
Punto de luces	100	3	300	1	4	300	1200	1.5
Punto de luces	40	2	80	1	4	80	320	0.4
TV Plasma	300	1	300	2	3	600	900	1.5
Refrigerador	450	1	450	8	6	3600	2700	6.3
Sanduchera	350	1	350	2	1	700	350	1.1
Equipo de sonido	125	1	125	1	1	125	125	0.3
Plancha	900	1	900	0,3	0,2	270	180	0.5
Ducha eléctrica	2500	1	2500	0,1	0,2	250	500	0.8
Computador de escritorio	400	1	400	2	1	800	400	1.2
DVD	75	1	75	1	1	75	75	0.2
Cocina eléctrica	1500	1	1500	2	1	3000	1500	4.5
Lavadora	350	1	350	1		350		0.4
Licudora	420	1	420	0,2	0,2	84	84	0.2
Radio	180	1	180	1	1	180	180	0.4
TOTAL		22	8230			10714	9714	20.4
Casa de: Enrique Mendieta González								
Punto de luces	100	4	400	1	4	400	1600	2.0
Punto de luces	30	4	120	1	4	120	480	0.6
Televisor 32"	110	1	110	1	3	110	330	0.4
Refrigerador	420	1	420	8	6	3360	2520	5.9
Horno eléctrico	1200	1	1200	1	0	1200	0	1.2
Plancha	1000	1	1000	0,2	0	200	0	0.2
Cocina inducción	3500	1	3500	0,3	0,2	1050	700	1.8
Lavadora	400	1	400	0,1	0	40	0	0.0
Lastop	280	1	280	2		560	0	0.6
Computador de escritorio	350	1	350	2	1	700	350	1.1
DVD	125	1	125	1	1	125	125	0.3
Secadora de pelo	350	1	350	0,2	0	70	0	0.1
Aire acondicionado	3517	1	3517	1	2	3517	7034	10.6
Ventilador	100	2	200	4	6	800	1200	2.0
Aspiradora	1200	1	1200	1	0	1200	0	1.2
Licudora	320	1	320	0,2	0,2	64	64	0.1
Cafetera	850	1	850	0,2	0,1	170	85	0.3
TOTAL		24	14342			13686	14488	28.2
Casa de: María Quiñones Moreira								
Punto de luces	60	6	360	1	4	360	1440	1.8
Puntos de luces	100	2	200		4	0	800	0.8
Televisor 32"	150	1	150	1	3	150	450	0.6
Refrigerador	650	1	650	8	6	5200	3900	9.1
Plancha	850	1	850	0,2		170	0	0.2

Lastop	250	1	250	2	1	500	250	0.8
Extractor de aire	30	1	30	6	4	180	120	0.3
Ventilador	120	1	120	4	6	480	720	1.2
Radio	150	1	150	2	2	300	300	0.6
TOTAL		15	2760			7340	7980	15.3
Casa de: Francisco Zambrano								
Punto de luces	100	5	500	1	4	500	2000	2.5
Televisor 20"	120	1	120	1	3	120	360	0.5
Refrigerador	600	1	600	8	6	4800	3600	8.4
DVD	120	1	120	1	1	120	120	0.2
Máquina de cocer	110	1	110	2		220		0.2
Ventilador	120	2	240	4	6	960	1440	2.4
Licudadora	380	1	380	0,2	0,2	76	76	0.2
Radio	150	1	150	2	1	300	150	0.5
TOTAL		13	2220			7096	7746	14.8
Casa de: Mario Mendoza								
Punto de luces	60	12	720	1	4	720	2880	3.6
Televisor 32"	120	1	120	1	3	120	360	0.5
Televisor 40"	200	1	200	1	2	200	400	0.6
Televisor 40"	180	1	180	4	4	720	720	1.4
Refrigerador	500	1	500	8	6	4000	3000	7.0
Tostadora	1300	1	1300	0,2		260	0	0.3
Equipo de sonido	100	1	100	1	1	100	100	0.2
Plancha	800	1	800	0,2	0,1	160	80	0.2
Bomba de agua	800	1	800	0,3	0,3	240	240	0.5
Lastop	250	1	250	2	1	500	250	0.8
Computador de escritorio	320	1	320	2	1	640	320	1.0
DVD	75	2	150	1	1	150	150	0.3
Lavadora	400	1	400	0,2		80	0	0.1
Batidora	450	1	450	0,1	0,1	45	45	0.1
Aire acondicionado	3517	1	3517	1	4	3517	14068	17.6
Aire acondicionado	2638	1	2638	1	4	2638	10552	13.2
Ventilador	80	1	80	4	6	320	480	0.8
Ducha eléctrica	2500	1	2500	0,1	0,2	250	500	0.8
Aspiradora	1200	1	1200	0,2	0	240	0	0.2
Licudadora	400	1	400	0,2	0,2	80	80	0.2
Radio	220	1	220	2	1	440	220	0.7
Microondas	1200	1	1200	0,1	0,1	120	120	0.2
TOTAL		34	18045			15540	34565	50.1
Casa de: Cecilio Barreiro								
Punto de luces	60	10	600	1	4	600	2400	3.0
Televisor 21"	100	1	100		3	0	300	0.3
Televisor 32"	120	1	120	1	4	120	480	0.6
Refrigerador	450	1	450	8	6	3600	2700	6.3
Plancha	800	1	800	0,2		160	0	0.2
Computador de escritorio	300	1	300	2	1	600	300	0.9
DVD	80	2	160	0,5	0,5	80	80	0.2
Batidora	120	1	120	0,2	0,2	24	24	0.0
Ventilador	100	3	300	2	6	600	1800	2.4
Licudadora	300	1	300	0,2	0,2	60	60	0.1
Radio	100	1	100	2	2	200	200	0.4
Máquina de cocer	1000	1	1000	0,1	0,1	100	100	0.2
TOTAL		24	4350			6144	8444	14.6
Casa de: Julio Cedeño								
Punto de luces	60	6	360	1	4	360	1440	1.8
Televisor 21"	100	1	100	2	3	200	300	0.5
Refrigerador	520	1	520	8	6	4160	3120	7.3

Computador de escritorio	300	1	300	4	1	1200	300	1.5
DVD	80	1	80	1	1	80	80	0.2
Ventilador	80	1	80	4	6	320	480	0.8
Batidora	300	1	300	0,2	0,2	60	60	0.1
Licudadora	500	1	500	0,2	0,2	100	100	0.2
Plancha	800	1	800	0,1		80		0.1
Radio	120	1	120	2	1	240	120	0.4
TOTAL		15	3160			6800	6000	12.8
Casa de: Diana Solorzano								
Punto de luces	30	3	90	1	4	90	360	0.5
Punto de luces	100	4	400	0	4	0	1600	1.6
Televisor 19"	100	1	100		2	0	200	0.2
Televisor 32"	140	1	140	2	4	280	560	0.8
Refrigerador	450	1	450	8	6	3600	2700	6.3
Tostadora	1200	1	1200	0,2		240	0	0.2
Plancha	850	1	850	0,2		170	0	0.2
Computador de escritorio	320	1	320	2	1	640	320	1.0
DVD	80	1	80	1	1	80	80	0.2
Ventilador	100	2	200	4	6	800	1200	2.0
Licudadora	350	1	350	0,2	0,2	70	70	0.1
Radio	210	1	210	2	1	420	210	0.6
TOTAL		18	4390			6390	7300	13.7
Casa de: Alberto Cobeña								
Punto de luces	100	8	800	1	4	800	3200	4.0
Televisor 32"	140	2	280	1	1,5	280	420	0.7
Refrigerador	450	1	450	8	6	3600	2700	6.3
Equipo de sonido	100	1	100	1	1	100	100	0.2
Bomba de agua	750	1	750	0,3	0,3	225	225	0.5
Lastop	190	1	190	2	1	380	190	0.6
Lavadora	500	1	500	0,1	0	50	0	0.1
DVD	80	1	80	1	1	80	80	0.2
Ventilador	90	2	180	4	6	720	1080	1.8
Licudadora	300	1	300	0,2	0,2	60	60	0.1
TOTAL		19	3630			6295	8055	14.4
Casa de: Jenny Johana Macias Zambrano								
Punto de luces	60	6	360	1	4	360	1440	1.8
Punto de luces	30	7	210		4	0	840	0.8
Televisor 21"	80	1	80		3	0	240	0.2
Televisor 42"	200	1	200	2	4	400	800	1.2
Televisor 40"	150	1	150		2	0	300	0.3
Refrigerador	500	1	500	8	6	4000	3000	7.0
Tostadora	1200	1	1200	0,2		240	0	0.2
Plancha de pelo	500	1	500	0,1	0,1	50	50	0.1
Equipo de sonido	100	1	100	1	1	100	100	0.2
Plancha	1000	1	1000	0,2		200	0	0.2
Lavadora	400	1	400	0,1		40	0	0.0
Bomba de agua	750	1	750	0,3	0,3	225	225	0.5
Lastop	250	1	250	2	2	500	500	1.0
Lastop	300	1	300	2	2	600	600	1.2
DVD	100	1	100	1	1	100	100	0.2
Batidora	90	1	90	0,2	0,2	18	18	0.0
Ventilador	105	1	105	4	6	420	630	1.1
Microondas	800	1	800	0,1	0,1	80	80	0.2
TOTAL		29	7095			7333	8923	16.3
Casa de: Jhon Mendoza Loor								
Punto de luces	100	6	600	1	4	600	2400	3.0
Televisor 21"	100	1	100		2	0	200	0.2

Televisor 32"	120	1	120	1	3	120	360	0.5
Refrigerador	450	1	450	8	6	3600	2700	6.3
Computador de escritorio	350	1	350	4	1	1400	350	1.8
DVD	80	1	80	1	1	80	80	0.2
Secadora de pelo	400	1	400	0,2		80	0	0.1
Ventilador	100	1	100	4	6	400	600	1.0
Licuadora	320	1	320	0,2	0,2	64	64	0.1
Radio	120	1	120	1	1	120	120	0.2
Microondas	850	1	850	0,1	0,1	85	85	0.2
TOTAL		16	3490			6549	6959	13.5
Casa de: Antonio Barreiro Quiroz								
Punto de luces	60	5	300	1	4	300	1200	1.5
Televisor 21"	140	1	140	2	3	280	420	0.7
Ventilador	100	1	100	4	6	400	600	1.0
Licuadora	350	1	350	0,2	0,2	70	70	0.1
Lastop	200	1	200	2	1	400	200	0.6
Plancha	850	1	850	0,2	0,1	170	85	0.3
Radio	100	1	100	4	2	400	200	0.6
TOTAL		11	2040			2020	2775	4.8
Casa de: Silvia Solorzano Moreira								
Punto de luces	100	7	700	1	4	700	2800	3.5
Televisor	200	1	200		2	0	400	0.4
Televisor 40"	120	1	120	4	4	480	480	1.0
Refrigerador	500	1	500	8	6	4000	3000	7.0
Bomba de agua	800	1	800	0,3	0,3	240	240	0.5
Lavadora	400	1	400	0,2		80		0.1
Lastop	200	1	200	2	1	400	200	0.6
DVD	80	1	80	2	1	160	80	0.2
Ventilador	100	1	100	4	6	400	600	1.0
Licuadora	400	1	400	0,2	0,2	80	80	0.2
Radio	100	1	100	3	2	300	200	0.5
TOTAL		17	3600			6840	8080	14.9
Casa de: María Rodríguez								
Punto de luces	100	7	700	1	4	700	2800	3.5
Televisor 32"	140	1	140		2	0	280	0.3
Televisor 40"	200	1	200	2	4	400	800	1.2
Refrigerador	600	1	600	8	6	4800	3600	8.4
Cocina Eléctrica	1400	1	1400	2	2	2800	2800	5.6
Aire acondicionado	2638	1	2638		4		10552	10.6
Tostadora	1200	1	1200	0,2		240	0	0.2
Cafetera	800	1	800	0,2	0,2	160	160	0.3
Lastop	250	1	250	2	1	500	250	0.8
Ventilador	80	1	80	4	6	320	480	0.8
Licuadora	400	1	400	0,2	0,2	80	80	0.2
Radio	100	1	100	1	1	100	100	0.2
TOTAL		18	8508			10100	21902	32.0
Casa de: Juan Loor Cedeño								
Punto de luces	60	6	360	1	4	360	1440	1.8
Televisor 32"	140	1	140	2	3	280	420	0.7
Refrigerador	450	1	450	8	6	3600	2700	6.3
DVD	80	1	80	2	1	160	80	0.2
Ventilador	100	1	100	4	6	400	600	1.0
Batidora	120	1	120	0,2	0,2	24	24	0.0
Licuadora	400	1	400	0,2	0,2	80	80	0.2
Horno eléctrico	1200	1	1200	1	1	1200	1200	2.4
Radio	200	1	200	2	1	400	200	0.6
TOTAL		14	3050			6504	6744	13.2

Casa de: Armandito Vera Andrade								
Punto de luces	60	5	300	1	4	300	1200	1.5
Televisor 19"	200	1	200	2	3	400	600	1.0
Ventilador	100	1	100	4	6	400	600	1.0
Licuada	380	1	380	0,2	0,2	76	76	0,2
Refrigerador	600	1	600	6	4	3600	2400	6.0
Lastop	200	1	200	2	1	400	200	0.6
Plancha	850	1	850	0,2	0,1	170	85	0.3
Radio	150	1	150	4	2	600	300	0.9
TOTAL		12	2780			5946	5461	11.4

Anexo 3. Oferta comercial ARPRO Industrial S.A.



2922-923 / 2922307
 Telefonos: /2925960
 l.armijos@arproindustrial.com.ec
 ventas1@arproindustrial.com.ec
 ventas2@arproindustrial.com.ec
 Av. 113, Vías del IESS, Mz I
 Manta-Ecuador

MANTA, 25 DE NOVIEMBRE DEL 2015

DE: ING. LUIS ARMIJOS BURGOS.
 PARA: ING. WILBER SALTOS / ING. ANTONIO VAZQUEZ
 ASUNTO: SISTEMA FOTOVOLTAICO DE INYECCION MONOFASICA,
 CON UNA POTENCIA INSTALADA DE 3420 Wp

ARPROINDUSTRIAL S.A.
 UTM

PRESUPUESTO

ITEM 1. MATERIALES ELECTRICOS

CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	P. UNIT	P.TOTAL
1	PZA	INVERSOR 3200 W	4680,00	4680,00
18	PZA	PANELES SOLARES 190Wp / 24 VDC	300,00	5400,00
1	JGO	ESTRUCTURAS DE SOPORTE PARA PANELES	1173,00	1173,00
1	PZA	MATERIALES DE CONEXIÓN	1002,70	1002,70
1	PZA	TABLERO METALICO	350,00	350,00
SUBTOTAL ITEM # 1				12605,70

ITEM 2

CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	P. UNIT	P.TOTAL
1	PZA	MANO DE OBRA	800,00	800,00
SUBTOTAL ITEM # 2				800,00

TOTAL DE ITEM

1	ITEM 1.-	12605,70
1	ITEM 2.-	800,00
SUBTOTAL		\$ 13.405,70
IVA 12%		\$ 1.608,68
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA		\$ 15.014,38

CONDICIONES COMERCIALES:

FORMA DE PAGO: 70% CON LA ORDEN DE COMPRA
 20% CON LA ENTREGA DE LOS EQUIPOS EN UTM
 10% CON LA ENTREGA Y PUESTA EN MARCHA

TIEMPO DE ENTREGA: 3 SEMANAS

Validez de oferta : 10 DIAS.



2922-923 / 2922307
 Telefonos: /2925960
 l.armijos@arproindustrial.com.ec
 ventas1@arproindustrial.com.ec
 ventas2@arproindustrial.com.ec
 Av. 113, Vías del IESS, Mz I
 Manta-Ecuador

MANTA, 25 DE NOVIEMBRE DEL 2015

DE: ING. LUIS ARMIJOS BURGOS.
 PARA: ING. WILBER SALTOS / ING. ANTONIO VAZQUEZ
 ASUNTO: REEMPLAZO DE LAMPARAS DE SODIO POR LAMPARAS
 LED

ARPROINDUSTRIAL S.A.
 UTM

PRESUPUESTO

ITEM 1. MATERIALES ELECTRICOS

CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	P. UNIT	P.TOTAL
3	PZAS	LAMPARA TIPO COBRA 84 W LED BLANCA	293,33	879,99
		220 VAC		
SUBTOTAL ITEM # 1				879,99

TOTAL DE ITEM

1	ITEM 1.-	879,99
SUBTOTAL		\$ 879,99
IVA 12%		\$ 105,60
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA		\$ 985,59

CONDICIONES COMERCIALES:

FORMA DE PAGO: 70% CON LA ORDEN DE COMPRA
 20% CON LA ENTREGA DE LOS EQUIPOS EN UTM
 10% CON LA ENTREGA Y PUESTA EN MARCHA

TIEMPO DE ENTREGA:

Validez de oferta : 10 DIAS.

Atestamento,

 Ing. Luis Armijos B.
 JEFE DE PROYECTOS
 ARPROINDUSTRIAL S.A.

Autoconsumo Solar Directo Fronius 30kWp Trifásico



Fabricante:

Comprar [Autoconsumo Solar Directo Fronius 30kW Trifásico Vertido Cero](#)

Envío Gratuito en compras superiores a 150€, inferiores 7,5€

Pagos: PayPal -Transf. Bancaria -Tarjeta de Crédito -Contrarrembolso

24022,31

€=

41439,00

USD

Seleccione el Panel Solar:

Panel Solar Axitec 300Wp + 0,0€

1

+ -

Añadir al carro

Instalación

Selecciona tu zona

Cuota €

Financiación a

mes. Cuota €/mes



Favoritos Comparar

Kit solar autoconsumo solar directo de 30kWp trifásico, equipado con el sistema de inyección a la red eléctrica, equipado con un inversor de conexión a red trifásico de 28 kW, 99 módulos solares de 300W, 200 metros de cable unifilar de 6mm, conectores Weidmuller para poder empalmar el cable y estructura sobre suelo para los 99 módulos solares.



- DESCRIPCIÓN
- FICHA TÉCNICA
- COMENTARIOS
- PREGUNTAS
- MÁS INFORMACIÓN

Kit Solar Autoconsumo Solar 30kW Trifásico Fronius, es capaz de generar:

Potencia Disponible Máxima Instantánea: 29,70 kW

Componentes del Kit Solar de Autoconsumo Solar 30kW Trifásico Fronius:

Este sistema ya incorpora 2 MPP, de manera que podemos hacer dos series de paneles solares para poder distribuir los paneles en un tejado por ejemplo, donde haya dos tipos de orientaciones a dos aguas, de manera que podemos extraer el máximo rendimiento a cada uno de los grupos de paneles aun teniendo orientaciones diferentes.

****Podemos suministrar ambos tipos de paneles, en ambos casos el número de paneles solares incluidos en el kit es de 100 unidades. ****



-AXITEC

100 x Panel Solar 300W a 24 Voltios marca Axitec: Panel Solar marca Axitec, con 25 años de garantía, fabricado en silicio policristalino ofrece una gran fiabilidad en nuestro sistema fotovoltaico. Tiene incluido 1 metro de cableado por cada polo (tanto el polo positivo como el negativo). Incorpora caja de conexiones por la parte trasera del panel solar. Este módulo fotovoltaico viene con un marco ensamblado de aluminio preparado para poder adaptar las grapas Hook que también incluimos en el kit.



atersa
grupo elecnor

100 x Panel Solar Atersa 300W 24V: En este kit solar de autoconsumo directo también podrá disponer de la misma instalación con los paneles solares de Atersa, con garantía de 25 años y fabricados en España, concretamente en Valencia donde Atersa tiene una fábrica de 20.000m². Filial del grupo Elecnor, está postulada como la única fábrica de módulos solares en activo de la nación, siendo sus paneles solares de una gama más alta que sus competidores asiáticos y alemanes, básicamente por la utilización de más material en la fabricación de los paneles, como por ejemplo, el grosor del cristal del panel solar, que en el caso de Atersa es de 0,4mm mientras que el resto de paneles, el cristal tan sólo tiene 3,2mm de espesor. Este detalle hace que el panel sea más fuerte frente a vientos y cargas de nieve, así como de granizos. En definitiva es un panel de calidad superior al resto.



1X Inversor de conexión a red Symo 28kW trifásico: Se trata de un inversor de conexión a red trifásico, con salida de corriente trifásica. Estos inversores incorporan un sistema para poder monitorizar la instalación solar a través de internet, (los accesorios no están incluidos). Además de ello, el inversor lleva un seguidor MPP, cuya función es la de obtener la máxima eficiencia de los paneles solares. Es perfecto para cuando tenemos paneles solares instalados en diferentes posiciones, como por ejemplo en un tejado de una vivienda a dos aguas. Este tipo de inversores son perfectos para instalaciones pequeñas y medias, ya que son capaces de resistir un amplio rango de voltaje de entrada de paneles solares. El inversor tiene una garantía de 2 años.



1X Estructura sobre Suelo o Cubierta Plana para 100 paneles 300W Axitec o Atersa: La estructura sobre cubierta plana que ofrecemos en el kit, es especial para estar fijado sobre suelo plano o bien sobre cubierta plana, la estructura cuenta con todos los certificados y normativas de carga. En la estructura viene incluido manual de montaje de la misma así como toda la tornillería necesaria para poder anclar los paneles solares a la misma. En el caso de que se requiera de otro tipo de estructura sobre fachadas o sobre cubierta, ya sea de teja o metálica.



4 x Juego de Conectores Weidmuller: Los juegos de Conectores Weidmuller son útiles para poder unir los cables que salen de las series de paneles al cable que comunicará el campos solar de paneles con el inversor de conexión a red, la ventaja de utilizar este tipo de conectores es que son de fácil instalación y no necesitan de una

crimpadora especial para tal función. Es por ello que adjuntamos este tipo de conectores. Son compatibles con todo tipo de conectores, los más comunes que encontramos en los paneles solares son los MC4.



200m x Cable Recubierto PVC 6mm: Adjunto a la instalación solar, adjuntamos 50 metros de cable para poder realizar las conexiones eléctricas entre el campo solar fotovoltaico y la vivienda o recinto donde se encuentre el inversor de conexión a red. Este tipo de cable encaja perfectamente con el conector adjuntado de la marca Weidmuller.

Anexo 4. Evidencias del trabajo realizado

