



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
RECINTO UNIVERSITARIO SIMON BOLIVAR  
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO EN ELÉCTRICA**

**“PROYECTO DE DESPLIEGUE DE INFRAESTRUCTURA DE TECNOLOGÍA  
FOLTOVOLTAICA PARA EL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL  
MUNICIPIO DE BOCANA DE PAIWAS. REGIÓN AUTÓNOMA DEL ATLANTICO  
SUR (RAAS)”**

**Elaborado por:**

**Allan Gabriel Molina Mejía      Carnet: 2005-20812**

**Tutor:**

**Msc. Ing. Cedrick Dalla Torre**

**Managua, Nicaragua. Septiembre 2022.**

## **INDICE**

<b>1. AGRADECIMIENTO</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>3. ANTECEDENTES</b>	<b>5</b>
<b>4. JUSTIFICACION</b>	<b>6</b>
<b>5. OBJETIVO (GENERAL Y ESPECIFICOS)</b>	<b>7</b>
<b>6. MARCO TEORICO</b>	<b>8</b>
<b>7. CARACTERÍSTICAS DE BOCANA DE PAIWAS</b>	<b>25</b>
<b>8. DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADOS</b>	<b>33</b>
<b>9. CONCLUSIONES</b>	<b>43</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>44</b>

## **1. Agradecimiento**

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar a este punto; por haberme dado salud, por haberme dado salud y ser mi fortaleza día a día por ayudarme para seguir adelante para lograr mis objetivos.

Además, agradezco infinitamente a mi familia a mi madre y esposa por estar siempre a mi lado apoyándome en todo momento. Y a todas las personas que de alguna u otra manera me brindaron su apoyo incondicional para culminar con éxito este proyecto monográfico.

## **2. Introducción**

El objetivo de este estudio consiste en el desarrollo de un despliegue de infraestructura de tecnología fotovoltaica para el municipio de Bocana de Paiwas para la generación energía renovable, sostenible y a bajo costo, que involucre a la comunidad. El desarrollo de esta investigación se llevará a cabo en el municipio de Paiwas, de la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS). Es importante que en nuestro país se implementen propuestas de energía limpia en zonas rurales asiladas. Esta propuesta de investigación monográfica incluye diseño y análisis de presupuesto tomando en cuenta los esfuerzos del Gobierno que están dirigidos a aumentar la cobertura eléctrica, teniendo como meta pasar del 65% en 2017 al 84% para el 2030.

El aprovechamiento de la energía renovable se ha incrementado especialmente en países que cuentan con abundantes recursos naturales. Sin embargo, el desarrollo de tecnologías para la energía fotovoltaica a pequeña escala no ha tenido el mismo avance, especialmente en países en vías de desarrollo como Nicaragua donde las energías renovables aún no son consideradas como primera alternativa en los planes energéticos, actualmente la cobertura eléctrica de Nicaragua llega a un 60-68%, según el presidente de la Comisión Nacional de Energía.

Actualmente en la comarca antes mencionada existe una alta vulnerabilidad entre las familias de extrema pobreza, alta dispersión poblacional y complejidad geográfica, que impiden la extensión de la red, para estas zonas es necesario considerar el aprovechamiento estratégico de las energías renovables, según las condiciones y recursos de cada región geográfica, utilizando tecnología nacional y bajos costos de inversión.

### **3. Antecedentes**

Se realizó un estado del arte con el objetivo de obtener información respecto a trabajos realizados que tenga relación con el tema de investigación, se obtuvieron los siguientes hallazgos.

En el año 2016 se realizó una tesis de investigación en la Universidad Nacional de Ingeniería con tema “Formulación y Evaluación de una Pequeña Central Hidroeléctrica de 600kw en el Rio Tuma”. La Central Hidroeléctrica en el Rio Tuma consiste en un complejo hidroeléctrico dentro de pequeña central hidroeléctrica (600 KW) que aprovecha las aguas del río Tuma, el cual es alimentado por el rio grande de Matagalpa. En esta región del país se contempla el desarrollo de otros proyectos hidroeléctricos en cascada, desde la confluencia del río Matagalpa. Todos estos ríos son aprovechados para la generación de energía eléctrica. La generación de electricidad en áreas aisladas fuera del SIN es una actividad que en Nicaragua se está consolidando por medio de la implementación del Plan Nacional de Inversiones en Energías Renovables implementada por el Gobierno de Unidad y Reconciliación Nacional a través de la Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica ENATREL , la cual orienta y facilita el desarrollo sustentable del sector energía, para contribuir al desarrollo nacional en un marco de equidad social, crecimiento económico y preservación del medio ambiente. [1]

También en el año 2013, se defendió una tesis “Plantas Hidroeléctricas Estatales. Su Aporte al Desarrollo del País”. Que fue dirigida como tutor el Ing. Ramiro Arcia Lacayo. Que básicamente consistió en la recopilación de la información de las plantas hidroeléctricas: Centroamérica y Santa Barbara. [2]

#### **4. Justificación**

El trabajo de investigación está dirigido hacia la búsqueda de mejores recursos alternativos y económicos que abastezcan las necesidades imperantes en las comunidades aisladas y olvidadas, siendo una de tales necesidades la dotación de energía eléctrica, ya que, sin electricidad, las poblaciones no son capaces de participar en el desarrollo de una sociedad moderna y tampoco pueden aprovechar sus beneficios. Al contrario, son aisladas y literalmente abandonadas en la oscuridad.

La energía renovable de tipo fotovoltaica está dando muy buenos resultados en países desarrollados; este no es el caso de Nicaragua debido a que el aprovechamiento de ese recurso tan disponible e inagotable como es el flujo de agua ha sido difundido de una manera significativa; pero la construcción de la micro hidroeléctrica tiene muchas ventajas en lo que respecta a su costo y aprovechamiento para el entorno social. Por lo tanto, mediante este trabajo se busca el proponer una posibilidad de obtener electricidad casera, así sea a pequeña escala, para la población que habita en municipio Boca de Paiwas, Región Autónoma del Atlántico Sur que deseen un medio limpio y relativamente sencillo de abastecimiento.

Además la llegada de la energía eléctrica a estas comunidades representaría generar nuevas fuentes de ingresos para la comunidad, también se traduciría en un mayor desarrollo de la educación de adultos, un mejor almacenamiento de la comida, nuevas posibilidades de recreación, también mejoraría el ánimo de la gente porque ya no se encuentran aislados del mundo.

Quizá este sea uno de los aportes más valiosos de la iniciativa, motivar a la comunidad a construir con sus propias manos y esfuerzos un sistema de energía renovable que este bajo su propia administración y cuya subsistencia dependa de solamente ellos mismos.

## **5. Objetivos**

### **Objetivo general.**

Realizar un proyecto de despliegue de infraestructura de tecnología Fotovoltaica para el servicio de energía eléctrica en el municipio Bocana de Paíwas. Región Autónoma del Atlántico Sur.

### **Objetivos específicos.**

- ) Realizar diagnóstico de consumo en el sistema eléctrico para identificar variables de voltaje, corriente y factor de potencia.
- ) Diseñar un sistema fotovoltaico que supla la necesidad de la población que se encuentra sin el servicio de energía eléctrica en Bocana de Paiwas.
- ) Determinar el costo del proyecto para establecer la viabilidad económica.

## **6. Marco teórico**

### **6.1 Importancia de la energía renovable para el futuro del planeta**

Es de suma importancia que haya iniciativas no únicamente privada, sino gubernamentales para producir energía limpia, para evitar emisiones de gases que contaminen el medio ambiente.

Las energías renovables son fuentes de energía limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero –causantes del cambio climático- ni emisiones contaminantes. Además, sus costes evolucionan a la baja de forma sostenida, mientras que la tendencia general de costes de los combustibles fósiles es la opuesta, al margen de su volatilidad coyuntural.

El crecimiento de las energías renovables es imparable, como queda reflejado en las estadísticas aportadas anualmente por la Agencia Internacional de la Energía (AIE): Según las previsiones de la AIE, la participación de las renovables en el suministro eléctrico global pasará del 26% en 2018 al 44% en 2040, y proporcionarán 2/3 del incremento de demanda eléctrica registrado en ese período, principalmente a través de las tecnologías eólica y fotovoltaica.

De acuerdo a la AIE, la demanda mundial de electricidad aumentará un 70% hasta 2040,-elevando su participación en el uso de energía final del 18% al 24% en el mismo periodo- espoleada principalmente por regiones emergentes (India, China, África, Oriente Medio y el sureste asiático). [3]

Por tanto, es importante, tomar medidas que logren satisfacer la necesidad de energía en zonas donde no hay disponibilidad. Sin embargo, hay que considerar el despliegue de infraestructura para la producción de energía limpia.

Las energías renovables han recibido un importante respaldo de la comunidad internacional con el 'Acuerdo de París' suscrito en la Cumbre Mundial del Clima celebrada en diciembre de 2015 en la capital francesa.

El acuerdo, que entró en vigor en 2016, establece por primera vez en la historia un objetivo global vinculante, por el que los casi 200 países firmantes se comprometen a reducir sus emisiones de forma que el aumento de la temperatura media del planeta a final del presente siglo quede "muy por debajo" de los dos grados, -el límite por encima del cual el cambio climático tiene efectos más catastróficos- e incluso a intentar dejarlo en 1,5 grados.

La transición hacia un sistema energético basado en tecnologías renovables tendrá asimismo efectos económicos muy positivos para la economía global y el desarrollo. Según IRENA (Agencia Internacional de Energías Renovables), alcanzar los Acuerdos de París exige duplicar la cuota de renovables en la generación eléctrica hasta situarla en el 57% a nivel mundial en 2030. Ello requiere elevar las inversiones anuales en energía renovable desde los 330 mil millones de dólares actuales hasta los 750 mil millones, con el consiguiente impulso a la creación de empleo y al crecimiento vinculados a la economía verde. [3]

## **6.2 Tipos de energía renovables.**

Entre las energías renovables o también llamadas energías limpias encontramos:

- ) Energía eólica: la energía que se obtiene del viento.
- ) Energía solar: la energía que se obtiene del sol. Las principales tecnologías son la solar fotovoltaica (aprovecha la luz del sol) y la solar térmica (aprovecha el calor del sol).

- ) Energía hidráulica o hidroeléctrica: la energía que se obtiene de los ríos y corrientes de agua dulce.
- ) Biomasa y biogás: la energía que se extrae de materia orgánica.
- ) Energía geotérmica: la energía calorífica contenida en el interior de la Tierra.
- ) Energía mareomotriz: la energía que se obtiene de las mareas.
- ) Energía undimotriz u olamotriz: la energía que se obtiene de las olas.
- ) Bioetanol: combustible orgánico apto para la automoción que se logra mediante procesos de fermentación de productos vegetales.
  
- ) Biodiésel: combustible orgánico para automoción, entre otras aplicaciones, que se obtiene a partir de aceites vegetales.

### **6.3 Ventajas de las energías renovables.**

- Contra el cambio climático.

Son el socio imprescindible contra el cambio climático: las renovables no emiten gases de efecto invernadero en los procesos de generación de energía, lo que las revela como la solución limpia y más viable frente a la degradación medioambiental.

- Reducen la dependencia energética.

Reducen la dependencia energética: la naturaleza autóctona de las fuentes limpias implica una ventaja diferencial para las economías locales y un acicate para la independencia energética. La necesidad de importar combustibles fósiles produce una supeditación a la coyuntura económica y política del país proveedor que puede comprometer la seguridad del suministro energético. En cualquier parte del Planeta

hay algún tipo de recurso renovable –viento, sol, agua, materia orgánica- susceptible de aprovecharlo para producir energía de forma sostenible.

- Inagotables.

Son inagotables: al contrario que las fuentes tradicionales de energía como el carbón, el gas, el petróleo o la energía nuclear, cuyas reservas son finitas, las energías limpias cuentan con la misma disponibilidad que el sol donde tienen su origen y se adaptan a los ciclos naturales (por eso las denominamos renovables). Por ello son un elemento esencial de un sistema energético sostenible que permita el desarrollo presente sin poner en riesgo el de las futuras generaciones.

- Crecientemente.

Crecientemente competitivas: Las principales tecnologías renovables –como la eólica y la solar fotovoltaica- están reduciendo drásticamente sus costes, de forma que ya son plenamente competitivas con las convencionales en un número creciente de emplazamientos. Las economías de escala y la innovación están ya consiguiendo que las energías renovables lleguen a ser la solución más sostenible, no sólo ambiental sino también económicamente, para mover el mundo.

#### **6.4 Las energías renovables están alrededor**

Cerca del 80 % de la población mundial vive en países que son importadores netos de combustibles fósiles, lo que supone aproximadamente 6000 millones de personas dependientes de los combustibles fósiles con origen en otros países, lo cual les hace vulnerables, tanto a crisis como a impactos geopolíticos.

Por contra, en todos los países hay fuentes de energías renovables, cuyo potencial todavía no se ha aprovechado completamente. La Agencia Internacional de Energías Renovables (o IRENA, por sus siglas en inglés) calcula que el 90 % de la

electricidad mundial puede, y debe, tener su origen en las energías renovables para el año 2050. [4]

Las renovables ofrecen una solución ante la dependencia a importaciones, lo que permite a los países una diversificación de sus economías junto con su propia protección frente a fluctuaciones inesperadas de los precios en los carburantes fósiles; al tiempo que se impulsan un crecimiento económico inclusivo, la creación de nuevos puestos de trabajo y una disminución de los rigores de la pobreza. [4]

### **6.5 Las energías renovables son más baratas.**

Actualmente, las energías renovables suponen, en realidad, la opción más asequible en la mayor parte del mundo. Los precios en tecnología para las energías renovables disminuyen con rapidez. El coste de la electricidad proveniente de la energía solar cayó alrededor del 85 % entre los años 2010 y 2020. Los costes relacionados con la energía eólica con ubicaciones en tierra y en alta mar bajaron cerca de un 56 % y un 48 %, respectivamente.

Esta caída de los precios hace que las energías renovables sean más atractivas en cualquier lugar, incluso en los países con rentas medias o bajas, de donde procederá principalmente la demanda adicional de esta nueva electricidad. Con unos costes a la baja, existe una oportunidad real de que, en los próximos años, la mayor parte del suministro energético provenga de fuentes con bajas emisiones de carbono.

En 2030, la electricidad más económica con su origen en fuentes renovables podría aportar el 65 % de todo el suministro de energía eléctrica a escala mundial. Y para el año 2050, podría llegarse a descarbonizar el 90 % del sector energético, lo que supondría un recorte masivo de las emisiones de carbono y ayudaría a mitigar los efectos del cambio climático.

Aunque la energía solar y la energía eólica suponen un gasto que se prevé que permanezca más elevado en 2022 y 2023 en comparación con los niveles anteriores a la pandemia debido a una subida general de los costes en el transporte y los bienes de consumo, su competitividad mejora sin lugar a dudas gracias a unas subidas más definidas en los precios del gas y el carbón, tal como declara la Agencia Internacional de Energía (o IEA, por sus siglas en inglés). [4]

### **6.6 Las energías renovables son más sanas.**

De acuerdo con la Organización Mundial de Salud (OMS), cerca del 99 % de las personas del planeta respiran un aire que no llega a los límites de calidad adecuados y esto pone en peligro su salud. Asimismo, cada año se registran más de 13 millones de muertes en todo el mundo provocadas por entornos medioambientales evitables, como la contaminación del aire.

Los niveles perjudiciales de materiales en forma de pequeñas partículas y dióxido de nitrógeno se originan principalmente a partir de la quema de combustibles fósiles. En 2018, la contaminación provocada por los carburantes fósiles originó un gasto económico y en salud que ascendió a 2,9 trillones de USD, alrededor de 8000 millones de USD diarios.

El cambio a fuentes de energías limpias, como la solar o la eólica, ayuda indudablemente, no solo a luchar contra el cambio climático, sino también, a evitar la contaminación del aire en favor de la salud. [4]

### **6.7 Las energías renovables crean nuevos puestos de trabajo.**

Cada dólar estadounidense invertido en renovables es capaz de crear tres veces más de puestos de trabajo que el sector de los combustibles fósiles. La IEA prevé que la transición hacia emisiones cero netas llevará a un aumento generalizado de la demanda de personal laboral en el sector energético: por una parte, podrían perderse cerca de 5 millones de puestos de trabajo relacionados con

la producción de carburantes fósiles hacia el 2030, pero por otra, se crearían unos 14 millones de nuevos puestos de trabajo destinados a la producción de energías limpias, lo que ascendería a un aumento neto de 9 millones de puestos de trabajo.

Además, los sectores energéticos relacionados podrían necesitar 16 millones más de trabajadores, para, por ejemplo, cubrir los nuevos puestos en la fabricación de vehículos eléctricos y en aparatos hipereficientes o, incluso, en tecnologías innovadoras como el uso de hidrógeno. Esto significa que podrían crearse un total de más de 30 millones de puestos de trabajo gracias a las energías limpias, la eficiencia y las tecnologías de bajas emisiones para el año 2030.

Garantizar una transición justa, en la que se tengan en cuenta las necesidades y los derechos de las personas como fundamento de dicha transición energética será algo primordial para asegurarnos de que nadie se quede atrás. [4]

#### **6.8** Las energías renovables son razonables en términos económicos.

En 2020, se gastaron cerca de 5,9 trillones de USD en subvenciones al sector de los combustibles fósiles, incluidas ayudas explícitas, rebajas fiscales y daños medioambientales y en la salud, que no tuvieron precio dentro del coste que provocaron estos carburantes fósiles.

En comparación, se necesitan invertir alrededor de 4 trillones de USD cada año en energías renovables hasta el año 2030, incluidas inversiones en tecnología e infraestructuras, para lograr alcanzar el objetivo de emisiones cero netas para el año 2050.

Este coste inicial puede resultar desalentador para muchos países que carezcan de los recursos suficientes y muchos necesitarán ayudas financieras y técnicas para llevar a cabo la transición. Sin embargo, las inversiones en energías renovables tendrán su compensación. Solo la reducción en contaminación y en el impacto negativo sobre el clima podría llegar a ahorrar al mundo hasta 4,2 trillones de USD cada año en el año 2030. [4]

Asimismo, unas tecnologías más eficientes, fiables en renovables pueden crear un sistema menos tendente a impactos en los mercados y llegar a mejorar la resiliencia y la seguridad energéticas mediante la diversificación de las opciones de suministro energético. [4]

## **6.9 Energía Fotovoltaica. [6]**

La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos. En los paneles fotovoltaicos, la radiación solar excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial.

La conexión en serie de estos dispositivos permite obtener diferencias de potencial mayores.

Aunque el efecto fotovoltaico era conocido desde el siglo XIX, fue en la década de los 50, en plena carrera espacial, cuando los paneles fotovoltaicos comenzaron a experimentar un importante desarrollo. Inicialmente utilizados para suministrar electricidad a satélites geoestacionarios de comunicaciones, hoy en día constituyen una tecnología de generación eléctrica renovable.

Una de las principales virtudes de la tecnología fotovoltaica es su aspecto modular, pudiéndose construir desde enormes plantas fotovoltaicas en suelo hasta pequeños paneles para tejados. [5]

La energía solar fotovoltaica es uno de los recursos energéticos más abundantes de la Tierra. A la postre, es un recurso energético renovable que puede proporcionar la energía adecuada para las necesidades de una casa, una nave industrial o una autocaravana, por citar algunas.

El rendimiento de la inversión en energía solar es muy valioso, y no sólo desde el punto de vista económico, sino también por el bien de la salud pública y la sostenibilidad medioambiental. [6]

Cada año que pasa, la energía solar se hace más popular entre los propietarios de viviendas y empresas, a medida que la gente conoce sus numerosas ventajas y los costes de instalación disminuyen. [6]

La palabra Fotovoltaico significa electricidad a partir de la energía del sol y deriva de las palabras «foto», que en griego significa luz, y «voltaico», que significa tensión. El término «fotovoltaico» se utiliza para describir un proceso conocido como «efecto fotovoltaico», el proceso por el cual un material como el silicio convierte la luz solar en electricidad.

El objetivo de la tecnología fotovoltaica es convertir la luz solar directamente en electricidad sin necesidad de una interfaz para la conversión. Este equipo tiene un diseño sencillo y es fácil de manejar.

La luz solar en forma de fotones incide en las células fotovoltaicas, excitando los electrones del silicio. En definitiva, la corriente eléctrica se genera cuando los electrones son recogidos por el cableado incorporado a las células fotovoltaicas.

Un panel solar está formado por múltiples células fotovoltaicas, cuya cantidad dependerá de la tensión y la corriente de salida que requiera el panel solar. El tamaño de los paneles solares oscila entre los 5 y los 400 vatios de potencia máxima y producen corriente continua. [6]

En pocas palabras, la energía solar fotovoltaica es una tecnología avanzada que produce electricidad a partir de la luz solar sin necesidad de piezas móviles.

En una célula fotovoltaica, la luz solar separa los electrones de sus átomos de silicio. Los electrones capturan pequeños paquetes de energía lumínica, llamados fotones, y transmiten la energía suficiente para liberar el electrón de su átomo anfitrión.

La célula solar fotovoltaica es la unidad básica de un sistema fotovoltaico y consiste en la asociación de dos finas capas de diferentes materiales semiconductores, que son los únicos que absorben la energía de los fotones de la luz solar. Uno es el semiconductor positivo (tipo P) y el otro el negativo (tipo N).

El silicio es el más utilizado para fabricar células solares fotovoltaicas, debido a su idoneidad y eficiencia.

Por un lado, los semiconductores de tipo P están hechos de silicio cristalino dopado con una cantidad muy pequeña de una impureza (por ejemplo, boro), lo que hace que el material sea deficiente en electrones.

Por otro lado, los semiconductores de tipo N también están formados por silicio cristalino, pero dopado con pequeñas cantidades de otra impureza (por ejemplo, fósforo), por lo que estos materiales tienen un exceso de electrones libres.

El principio del sistema fotovoltaico se produce cuando al añadir energía, los electrones se activan en un semiconductor. Es decir, con la adición de energía de la luz solar, los electrones del sistema fotovoltaico se activan y pasan de un estado energético inferior a otro superior. Esto conduce a la generación de electricidad, en un semiconductor.

En esencia, un sistema fotovoltaico se compone de varias partes, como las células fotovoltaicas, los conjuntos eléctricos y mecánicos, así como los medios para cambiar y/o regular la energía eléctrica.

En lo que respecta a las superficies delantera y trasera pueden conectarse entre sí mediante un circuito externo para extraer corriente, tensión y energía de la célula solar.

Además, las células solares se empaquetan detrás de un vidrio para formar paneles fotovoltaicos, cuya vida útil suele ser de 20 a 40 años.

Por lo general, las placas fotovoltaicas montadas en los tejados de los edificios pueden producir tanta electricidad como la que consume el edificio.

En definitiva, se conectan varios paneles solares en cadenas para construir un conjunto solar. El tamaño de la matriz dependerá de la cantidad de energía que se necesite generar.

Por ejemplo, un módulo típico genera unos 200 kilovatios hora (AC) por metro cuadrado al año, por lo que se necesita una superficie de colectores de 25-50m<sup>2</sup> para alimentar una casa razonablemente eficiente desde el punto de vista energético. Una casa así exporta más electricidad a la red durante el día que la que importa por la noche.

Por otro lado, la energía de corriente continua de la instalación solar puede almacenarse en baterías solares y convertirse en corriente alterna mediante un inversor cuando sea necesario, o bien se puede convertir la energía solar directamente en corriente alterna con un inversor conectado a la red y verter el exceso de energía en la red nacional para obtener la compensación estipulada.

Además, las instalaciones fotovoltaicas consiguen un aumento de la eficiencia energética gracias a la posibilidad de ajustar el desplazamiento del panel fotovoltaico en función del movimiento del sol. [6]

## **6.10 Componentes de un sistema fotovoltaico. [6]**

Los paneles fotovoltaicos se componen de células individuales conocidas como células solares. Cada célula solar genera una pequeña cantidad de electricidad.

Cuando se conectan muchas células solares juntas, se crea un panel solar que crea una cantidad sustancial de electricidad.

En el fondo, los sistemas fotovoltaicos varían en tamaño, dependiendo de la aplicación: pueden ir desde sistemas pequeños, montados en tejados o integrados en edificios, con capacidades de decenas de kilovatios, hasta grandes estaciones de servicios públicos que generan cientos de megavatios de energía eléctrica.

Hay sistemas fotovoltaicos que se conectan a la red eléctrica (sistemas directos o híbridos) y otros que permiten al usuario desconectarse de la red (sistemas aislados).

Por tanto, el proceso de convertir la luz (fotones) en electrones genera electricidad de corriente continua en las células solares.

La electricidad de corriente continua (CC) puede utilizarse para cargar baterías y hacer funcionar diversos aparatos electrónicos, pero para suministrar energía a un hogar o una empresa, la CC ha de convertirse en CA (corriente alterna).

La red eléctrica transmite la energía a largas distancias utilizando la corriente alterna. En nuestros hogares, algunos aparatos electrónicos pueden funcionar con corriente alterna y otros con corriente continua.

Una vez que la corriente alterna llega al usuario final, se puede volver a convertir en corriente continua si es necesario.

La mayoría de los kits de energía solar fotovoltaica actuales son modulares, lo que significa que permiten al usuario añadir o quitar capacidad de energía al sistema en cualquier momento.

Después de todo, estos sistemas ofrecen a los clientes la flexibilidad necesaria para ajustar su capacidad de energía a medida que cambia la demanda.

En los sistemas de energía fotovoltaica hay muchos otros componentes además de las células solares. Estos componentes incluyen el cableado, los protectores de sobretensión, los interruptores, los componentes de montaje mecánico, los inversores, las baterías y los cargadores de baterías.

Estos componentes son los que distribuyen y almacenan la electricidad de forma segura y eficiente. Además, pueden suponer hasta la mitad del coste total de un sistema fotovoltaico. [6]

Los componentes que están presentes en un sistema fotovoltaico típico son: [6]

- ) Paneles solares
- ) Conexiones eléctricas entre paneles solares
- ) Líneas de salida de energía
- ) Inversor de potencia (convierte la electricidad de CC en electricidad de CA)
- ) Equipo de montaje mecánico
- ) Regulador de carga
- ) Cableado
- ) Baterías para el almacenamiento de energía
- ) Contador eléctrico (para sistemas conectados a la red)
- ) Dispositivos de protección contra sobreintensidades y sobretensiones
- ) Equipo de procesamiento de energía
- ) Equipo de puesta a tierra

Las empresas de servicios públicos pueden utilizar sistemas más avanzados para generar cantidades considerables de electricidad, como:

- ) Sistemas de inclinación de uno o dos ejes
- ) Sistemas de refrigeración y limpieza automáticos
- ) Sistemas de pilas de combustible, baterías u otro tipo de almacenamiento de energía
- ) Líneas de transmisión

Estos equipos permiten a los ingenieros y técnicos construir sistemas fotovoltaicos que pueden integrarse en los edificios o construirse en un lugar externo como los llamados huertos solares.

Si el sistema fotovoltaico se encuentra fuera del emplazamiento, las líneas de transmisión tendrían que transportar la energía desde el conjunto solar hasta el lugar que la necesita.[6]



Figura 1. Ejemplo de instalación de energía fotovoltaica de autoconsumo. [6]

Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica son muchas y variadas. En este campo, se incluyen desde las grandes centrales eléctricas con paneles fotovoltaicos hasta las pequeñas calculadoras solares.

Existe un elevado potencial de la energía fotovoltaica en todas partes. A medida que aparecen materiales avanzados y tecnologías de próxima generación, se hace posible la energía fotovoltaica en toda una serie de aplicaciones y lugares.

A continuación, se describen algunas de las más significativas:

- **Huertos solares**

Muchas hectáreas de paneles fotovoltaicos pueden proporcionar energía a escala de servicios públicos, desde decenas de megavatios hasta más de un gigavatio de electricidad. Estos grandes sistemas, que utilizan paneles fijos o de seguimiento del sol, suministran energía a las redes municipales o regionales.

- **Ubicaciones remotas**

No siempre es rentable, conveniente o incluso posible extender las líneas eléctricas a los lugares donde se necesita electricidad.

Para estos casos, la energía fotovoltaica puede ser la solución: para hogares rurales, pueblos en países en vías de desarrollo, faros, plataformas petrolíferas en alta mar, plantas de desalinización y clínicas remotas.

- **Energía autónoma**

En zonas urbanas o remotas, la energía fotovoltaica puede alimentar dispositivos, herramientas y contadores autónomos.

Por tanto, la energía fotovoltaica puede satisfacer las necesidades de electricidad de los parquímetros, las señales de tráfico temporales, los teléfonos de emergencia, los transmisores de radio, las bombas de riego, los medidores de caudal, los puestos de vigilancia remotos, la iluminación de las carreteras, etc.

## - **Energía en el espacio**

Desde el principio, la energía fotovoltaica ha sido la principal fuente de energía para los satélites en órbita terrestre.

A lo largo de los tiempos más actuales, la **energía fotovoltaica de alta eficiencia** ha suministrado energía a empresas como la Estación Espacial Internacional y los vehículos de superficie en la Luna y Marte, y seguirá siendo una parte integral de la exploración espacial y planetaria.

## - **Necesidades relacionadas con los edificios**

En los edificios, los paneles fotovoltaicos montados en los tejados o en el suelo pueden suministrar electricidad.

El material fotovoltaico también puede integrarse en la estructura de un edificio en forma de ventanas, tejas o revestimientos para cumplir una doble función.

Además, los toldos y los aparcamientos pueden cubrirse con material fotovoltaico para proporcionar sombra y energía.

## - **Usos militares**

Como una parte más del equipamiento militar, la energía fotovoltaica de capa fina, ligera y flexible, puede servir para aplicaciones en las que la portabilidad o la robustez son fundamentales.

Los soldados pueden llevar una fotovoltaica ligera para cargar equipos electrónicos sobre el terreno o en bases remotas.

## - Transporte

Otro de los usos de la energía fotovoltaica es la proporcionar energía auxiliar a vehículos como coches y barcos.

Los techos solares de los automóviles pueden incluir energía fotovoltaica para las necesidades de energía a bordo o para cargar las baterías.

También puede adaptarse a la forma de las alas de los aviones para suministrarles energía a gran altura. [6]

## **7. Características Socioculturales de Bocana de Paiwás.**

La historia del municipio no es muy conocida y la mayor parte de la información data a partir de su fundación en 1974 con la creación del municipio a través del Decreto No. 343 del 15 de marzo. Parte de su historia es la que destaca en torno a sitios arqueológicos, petroglifos y artesanías encontradas como ofrendas en los entierros de los primitivos pobladores, hasta la fecha se han logrado detectar más cien sitios arqueológicos.

Entre 1972 se da una lucha entre Boaco, Matagalpa y Bluefields, por incorporar el territorio de Paiwas. Sin embargo, el 15 de marzo de 1974 se crea el municipio de PAIWAS como parte del Departamento de Zelaya, mediante el Decreto No. 343.

A partir de ese momento Paiwas es atendido, política y administrativamente, por la ciudad de Bluefields, Cabecera Departamental de Zelaya, hasta el año de 1981, en que pasa a ser parte de la región V Región, cuya cabecera era Boaco - Juigalpa. A partir del 4 de diciembre de 1984, cambia nuevamente y es atendido por la región VI con sede en Matagalpa, de forma provisional.

En el año de 1986 se aprueba la Ley de Autonomía de las Regiones de la Costa Atlántica, ratificándose que PAIWAS pertenece a la región Autónoma del Atlántico Sur.

En el año de 1988 a propuesta del Comité de Dirección Zonal del FSLN ubicado en Río Blanco, se incorpora el territorio de Paiwas al municipio de Río Blanco. El 25 de septiembre de 1992, se confirma la desmembración del municipio de Paiwas, fecha en que da inicio una lucha de la municipalidad de PAIWAS para la recuperación del territorio, lucha que concluyó hasta la publicación de los derroteros de la Ley de división política Administrativa No. 59. El Municipio de PAIWAS, según la Ley de División Política Administrativa publicada en octubre de 1989 y Abril de 1990, pertenece a la Región Autónoma Atlántico Sur (RAAS) situado al noroeste de la región. Su cabecera municipal es Bocana de Paiwás, aunque la sede del Gobierno Municipal se encuentra ubicado en Ubú Norte. Según las autoridades municipales este cambio de sede se ha realizado con el objetivo de mejorar la atención al resto de comunidades rurales del municipio, ya que es donde se encuentra el mayor porcentaje de población y sectores productivos.

En 1988 con la modificación de los límites de Paiwás y Río Blanco, el territorio del municipio se ve afectado por la anexión de una gran parte de su territorio a los municipios de Río Blanco y el Rama, quedando reducido a diez comarcas.

En 1993 el municipio logra recuperar los territorios que había perdido, con la intermediación del Ministerio de Gobernación, el INETER y la Presidencia de la República.

En síntesis, si bien PAIWAS pertenece según la división político administrativa, a la Región Autónoma del Atlántico Sur, en la práctica, tanto por la facilidad de comunicación, como por la tradición y la composición étnica de sus pobladores, PAIWAS está más cerca del Pacífico que de la RAAN y sigue dependiendo,

administrativamente, de Matagalpa. El nombre de Paiwas significa en idioma Choncales o Chontales: "Dos Ríos", de las voces pais=dos y was=río.

#### - **Etapas de desarrollo del municipio**

Hay cinco etapas que explican la evolución y desarrollo del municipio:

La primera etapa es la llamada Colonización prematura (1914-1960). Se caracterizó por el desarrollo de las economías de enclave (hule, madera y banano) orientadas hacia el mercado externo.

En esta etapa producto de la expansión y explotación de los recursos naturales, provocando la expulsión de los pobladores sumos de las riberas del río Tuma hacia el este.

En la segunda etapa, Inmigración campesina (1960-1978), se desarrolló la frontera agrícola, producido principalmente por la estrategia colonizadora del Estado y el crecimiento económico del país.

La tercera etapa, Colonización de los grandes ganaderos (1970-1982), se produce la ampliación y extensión de latifundios de tierras, provenientes de Matagalpa, Camoapa y Boaco, ubicándose sobre la carretera de Río Blanco Siuna, Río Blanco-Bocana de Paiwas y cerca de los ríos Tuma y Grande de Matagalpa. La cuarta etapa de Guerra (1982-1988) está marcada por un proceso de abandono y deterioro de la actividad agropecuaria, producto del abandono y ventas de fincas ganaderas.

En la quinta etapa, llamada de Reactivación de la ganadería y concentración de la tierra (1990-1997), se produce un relativo de proceso de pacificación y se reactiva la actividad ganadera extensiva con grandes ganaderos como el engorde de novillos, producción de leche y crianza de ganado. A partir del año 1952 y hasta

1957 se desarrolla en el municipio la extracción de hule y madera por compañías norteamericanas.

### 7.1. Tradiciones

La Iglesia Católica y en menor medida, la Evangélica, son estructuras externas de poder que tienen mayor presencia en la vida campesina. Los líderes católicos locales son los delegados de la palabra, algunos de ellos poseedores de mucho prestigio, especialmente entre los sectores de campesinos ganaderos y pequeños finqueros.

La mayoría de los que se agrupan en torno a la Iglesia Evangélica son campesinos de los estratos más pobres. En el municipio de PAIWAS hasta los años 70 se celebraba la fiesta patronal de San Martín de Porres, el 19 de abril.

Algunos pobladores opinan que la guerra afectó estas celebraciones. Otras fiestas religiosas importantes en el municipio son la celebración del Cristo Rey y el día de San Juan, el 24 de junio.

En general, estas celebraciones se realizan con barreras, correderas de patos y elección de novia y duran de 1 a tres días. Hay una banda musical perteneciente a la Escuela Julio Lira, de Bocana de Paiwás.

Más allá de los elementos históricos mencionados anteriormente, no existe mayor información respecto a la historia del municipio a excepción de las incipientes investigaciones que se han iniciado por algunas personas en torno a sitios arqueológicos, petroglifos y artesanías encontradas como ofrendas en los entierros de los primitivos pobladores. hasta la fecha se han logrado detectar más de cien sitios arqueológicos Las principales iglesias del municipio, son:

- Iglesia Católica

- Iglesia de Dios de la Profecía.
- Asamblea de Dios.
- Misión Evangélica Pentecostés Unida

La Iglesia Asamblea de Dios pertenece al Distrito de Río Blanco, pero el presbítero que los atiende tiene su sede en Wilikito, Comarca de El Venado. Participan en el Comité Municipal de Emergencia (vivienda de damnificados).

En Bocana hay un máximo de 50 fieles y tienen presencia en todas las comunidades (cada una con aproximadamente el mismo número de fieles y alrededor de unos 1,600 en total).

El Presbítero de la Misión Evangélica Pentecostés Unida radica en la comunidad de Likia, desde donde atiende las comunidades de Malakawás, El Pavón, Likia, Las Minas, Bocana de Paiwas y Unikwás, donde hay aproximadamente unos 400 fieles.

## **7.2 Organización territorial del municipio. [7]**

Actualmente el municipio cuenta con una cabecera municipal, Bocana de Paiwas, en transición hacia Ubú Norte. Los principales centros poblacionales y sus respectivos habitantes, son:

**Tabla 1. Organización territorial del municipio**

TERRITORIOS	POBLACION
Mulukukú	5,469
San Pedro del Norte	2,735
Bocana de Paiwas	2,492
Ubú Norte	2,338
El Toro	1,777
Wasayamba	1,423
Villa Siquia	1,167
Ubú Sur	1,118
TOTALES	18,519

### **7.3 Geomorfología**

El territorio del municipio es una zona de transición entre la cadena montañosa de la región central de Nicaragua y las planicies costaneras. Las zonas más planas se localizan en Mulukukú, Wilidón, Unikwás, con pendientes entre 0% y 15%, las pendientes de 15% a 30% se distribuyen de manera aislada en diferentes sitios del territorio, las de 30% a 50% se concentran en la zona de Paiwas y Pedro Mocho y las mayores del 50% en el sector este y oeste de cerro Copalar. Sus puntos más altos son el cerro Ubú (549 mts.) y Las Minitas.

### **7.4 Hidrografía**

PAIWAS se encuentra prácticamente bordeado por ríos, al noreste por el río Tuma, al sureste por el río Kurinwás, al oeste por el río Paiwas. El río Sikia atraviesa el municipio en dirección noroeste-sureste. El centro de su territorio es atravesado totalmente por el río Grande de Matagalpa. Pertenece a la cuenca del Río Grande

de Matagalpa. Al interior del territorio hay cuatro sub-cuencas: Río Tuma Wilike, Grande de Matagalpa y Kurinwas. De menor importancia son los ríos La Bodega, La Paila, Wilikón, y Paiwas. Además existen una serie de riachuelos, ojos de agua y quebradas intermitentes.

### **7.5 Clima**

El clima predominante del municipio se define como monzónico tropical, se caracteriza por tener una temperatura promedio entre los 24°C y 25°C. La precipitación anual oscila entre los 2,400 mm y los 3,000 mm con una buena distribución durante todo el año.

### **7.6 Uso potencial del suelo**

El municipio de PAIWAS está considerado dentro de la frontera agrícola. La frontera agrícola se define como el límite entre el bosque primario y las áreas humanizadas, o sea, bajo explotación agropecuaria.

El frente pionero corresponde a la franja que bordea el bosque húmedo tropical, mientras que el avance de la frontera agrícola se refiere a la progresión espacial de este frente pionero.

La presión sobre el bosque húmedo tropical es generalmente ejecutada por sectores campesinos, ya sea en colonización espontánea o colonización dirigida. La primera se deriva principalmente de la apertura de vías de acceso, mientras que la segunda corresponde a la creación de polos de desarrollo.

La ausencia de alternativas de desarrollo para superar las condiciones de marginalidad y pobreza, los problemas de escasez y distribución de tierras en los municipios de origen, la existencia de un mercado de tierras oxigenado por

propietarios ávidos de expandir su patrimonio y establecer actividades ganaderas de tipo extensivo en el trópico húmedo, etc., impulsan a contingentes de campesinos pobres a ubicarse en la frontera agrícola.

Una faceta fundamental de este estilo de desarrollo rural es la simbiosis entre el campesino pobre y el latifundista ganadero, donde el primero coloniza la frontera agrícola y valoriza la tierra que después es ocupada para la ganadería. De esta forma la Costa Atlántica se está convirtiendo gradualmente en pastizales donde la ganadería extensiva desplaza el bosque tropical húmedo.

Existen municipios de fuerte crecimiento en distintos departamentos y situaciones socio económicas, pero llama particularmente la atención las tasas de crecimiento de los municipios nuevos, creados después de 1971, tal el caso de Paiwás. La mayoría de estos municipios son de un fuerte potencial cafetalero, ganadero, granos básicos, forestal o mineros. [7]

#### **7.7 La vocación de los suelos de Paiwás es: [7]**

- Agrícola uso amplio: 20%
- Agrícola uso especial: 22%
- Agrosilpastadura: 2%
- Silvopastura: 13%
- Agroforestería: 24%
- Forestal de protección: 18%

#### **7.8 Diagnóstico de infraestructura y servicios.**

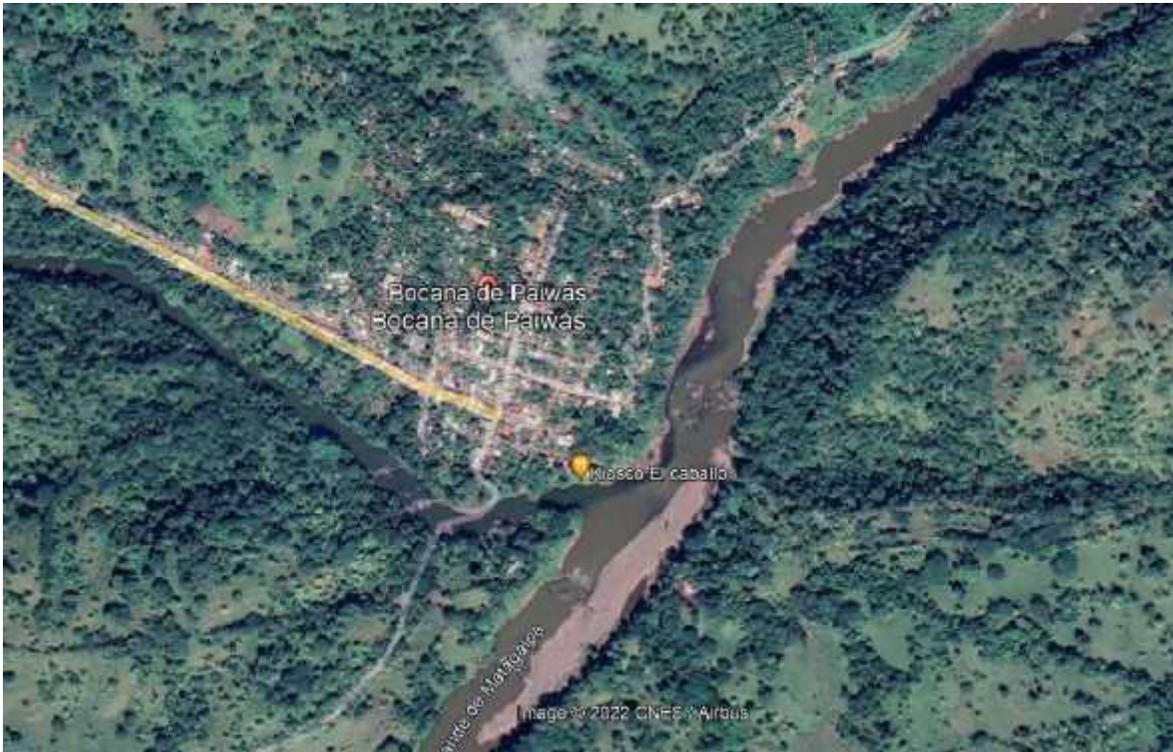
Recientemente, ENATREL, inauguró el proyecto de electrificación ejecutado en la comunidad “El Aguacate-El Negro”, del municipio de Bocana de Paiwas, en

la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS); donde se atendieron 194 habitantes de 37 casas.

Se construyeron 8.97 kilómetros de red de distribución, generándose 12 empleos temporales e invirtiéndose C\$ 6 millones 910 mil córdobas, provenientes de fondos del Programa Nacional de Electrificación Sostenible y Energías Renovables (PNESER). [8]

El gobierno ha invertido en brindar el servicio energético en Bocana de Paíwas. Sin embargo, según estudios realizados propios en este trabajo monográfico existen hogares aislados que aún no cuentan con el servicio de energía eléctrica, y por ello la importancia que tiene este trabajo de monografía que servirá como referencia para brindar el servicio energético a aquellas familias que no cuenten con dicho servicio.

#### **8. Propuesta del diseño de sistema de energía fotovoltaica aislada para el municipio de Bocana de Paíwas.**



**Figura 2. Vista aérea en Google Earth del municipio de Bocana de Paíwas.**

La energía del sol se puede aprovechar para producir calor útil o electricidad. Las células fotovoltaicas tienen lugar la transformación de la energía luminosa (fotones) en electricidad (electrones en movimiento). Estas células se agrupan para formar paneles solares fotovoltaicos.

El efecto fotoeléctrico (la luz activa la formación de corrientes eléctricas) es el fundamento de este sistema energético.

Se llaman materiales conductores de la electricidad (el cobre, por ejemplo) a los que la dejan pasar libremente ya que tienen electrones libres o que pueden liberarse fácilmente.

Se les llaman a materiales aislantes (plástico, papel) a los que oponen una enorme resistencia al paso de la corriente eléctrica (los electrones de sus capas periféricas están fuertemente ligados y se necesitaría una gran energía para liberarlos).

Entre ambos extremos están los llamados materiales semiconductores. Los más conocidos son el silicio, el germanio y el arseniuro de galio. Estos materiales si están a 0 K son aislantes, pero si reciben energía (luminosa, por ejemplo), se encuentran más cerca de los conductores y pueden producir corrientes de electrones. Eso es exactamente lo que ocurre en las células fotovoltaicas, que suelen estar hechas de silicio.

Un material semiconductor (el silicio), es expuesto a los rayos solares, que contienen energía luminosa (fotones). Estos fotones aportan energía a los electrones de valencia de los átomos de silicio. Si la energía que aportan es suficiente para vencer la fuerza que mantiene los electrones (electricidad), serán capaz de encender por ejemplo una lámpara.

Como en estado puro el silicio no es muy fotoconductor, se le dopa con átomos de fósforo, que tienen 5 electrones en su capa externa. Así tenemos un silicio dopado como fósforo, que tiene un excedente de cargas negativas. Este material es tipo n. El silicio dopado con boro, que tiene 3 electrones su capa externa por lo que se produce un excedente de cargas positivas. Efectivamente, el silicio tiene 4 electrones en la banda de valencia y el boro sólo tiene tres.

Al estar esas dos zonas dopadas en contacto, se produce un diodo, ya que los electrones excedentes de la capa n son atraídos por las cargas positivas de la capa p. Esto da origen a la corriente eléctrica.

La fabricación de células fotovoltaicas aún resulta cara (se precisa un silicio de una gran pureza), pero éste es un campo en el que se está investigando mucho, como consecuencia de los problemas energéticos mundiales.

También hay que tener en cuenta que el rendimiento de las células de silicio es bajo (13 al 25 por ciento). El rendimiento es la energía luminosa que realmente se transforma en electricidad.

Existen también celular fotovoltaicas de sulfuro de cadmio que son más baratas pero que tienen un rendimiento tres veces menor que las de silicio.

Como la corriente que genera una célula fotovoltaica es muy pequeña (1.1-1.7 V), se agrupan las células para conseguir una corriente mayor. La electricidad generada es continua, por eso se requiere de un aparato inversor para pasarla a corriente alterna. Estos conjuntos de células forman un panel solar fotovoltaico.

- Características del silicio empleado en los paneles fotovoltaicos.

El material más utilizado para la construcción de células fotovoltaicas es el silicio. Es un elemento muy abundante en la corteza terrestre pero no se encuentra como tan, sino combinado con el oxígeno formando óxido de silicio ( $SiO_2$ ).

En la naturaleza encontramos la cuarcita es que es un mineral que contiene un 90% de óxido de silicio. Por ello, para obtener silicio se parte de dicho mineral hasta conseguir silicio de diversos grados de pureza. Así tenemos:

- ) Silicio tipo metalúrgico. Es un producto con el 99% de riqueza, y se obtiene a partir de la cuarcita. Es adecuado para usos industriales, entrando a formar parte de aleaciones. Pero aún no es suficiente ese grado de pureza para conseguir células fotovoltaicas. Se necesita una pureza mayor.
- ) Silicio tipo solar. En un principio, con el desarrollo de los ordenadores, el silicio de alta pureza que se fabricaba se dedicaba a esta industria, y los recortes de silicio se dedicaban a la fabricación de células fotovoltaicas. Pero con el desarrollo que ha adquirido la industria solar, ya se fabrica silicio de grado solar. Para hacer silicio de gado solar se parte del metalúrgico. Este

silicio de grado metalúrgico se pasa a gas (triclorosilano) por un proceso químico. Después se extrae de dicho gas a un silicio de una elevadísima pureza (sólo partes por millón de impureza), al que se le conoce como polisilicio.

Ante la demanda tan fuerte de silicio de grado solar se produjeron fuertes subidas de su precio. En la actualidad ya se están instalando varias fábricas para hacer frente a esa demanda. Por otro lado, la tecnología de purificación está avanzando mucho.

### **8.1 Paneles solares fotovoltaicos.**

También llamados módulos o colectores, una sola célula fotovoltaica genera una corriente muy baja, por lo que es necesario unir varias de ellas en serie para poder alcanzar un cierto voltaje. Los paneles solares son la unión de células fotovoltaicas en serie, encapsuladas para protegerlas (en plástico transparente, por ejemplo) y con un marco metálico para su montaje.

Los paneles son unidades básicas de los sistemas de generación de electricidad a partir de la energía solar.



**Figura 3. Panel solar. [10]**

En serie. Por ejemplo, si tenemos un módulo de 12 V y 1.5 A y lo conectamos en serie con otros módulos de las mismas características tendremos un conjunto de 2 módulos de 24 V y 1.5 A (se suman los voltajes y se mantienen las intensidades).

En paralelo. Si tenemos los dos módulos del ejemplo anterior y los conectamos en paralelo, tendremos un conjunto de 12 V y 3 A (se mantiene los voltajes y se suman las intensidades).

El armazón de los módulos debe ser a la vez resistente y ligero. Se suele hacer de aluminio con resinas para hacerlo hermético.

La cubierta del panel suele ser de cristal templado, resistente a impactos, transparente, dejando pasar las radiaciones solares (en más de un 92%)-

Los paneles solares fotovoltaicos se deben orientar al sol, según la hora del día, mes del año y lugar geográfico, si se dispone de sistemas de inclinación variable. Cuando los paneles son fijos se escoge una orientación media, la más adecuada para la zona.

Los paneles se deben de instalar en zonas sin sombras (siempre que sea posible). Tampoco se deben hacer sobra entre ellos. Se deben mantener siempre limpios de hojas, ramas, polvo, suciedad, etc. Su fijación al suelo debe ser firme, ya que tiene que permanecer fijos en el sitio más de 25 años (su vida útil)

## 8.2 Instalaciones solares fotovoltaicas aisladas.

Son las que se consideran en el presente proyecto monográfico. Se construyen para dar suministro de electricidad a casas o instalaciones aisladas donde no llega la red de distribución eléctrica. Se utilizan en los casos donde esta muy alejada la red eléctrica o donde ni siquiera hay redes eléctricas (cercanas o lejanas).



Figura 4. Instalación solar aislada. [11]

- a. Módulo solar, compuesto por células fotovoltaicas. Reciba las radiaciones solares y las convierte en una corriente eléctrica continua.
- b. Regular de la corriente recibida.
- c. Baterías para guardar la electricidad para los momentos sin sol.
- d. Convertidor. Transforma la corriente continua (CC) en corriente alterna (AC), que es la más utilizada actualmente.
- e. Distribuidores de la corriente hacia los aparatos de consumo de distinto voltaje (12 V, 220 V).
- f. Aparatos receptores (lámparas, televisión, electrodomésticos, etc.).

### 8.3 Demanda instalada por vivienda en Bocana de Paiwás

A partir, de un estudio de censo de carga, se estima una distribución de electrodomésticos, considerando la cantidad de los mismos, potencia, potencia instantánea, horas de uso; y de esa esa manera considerar

**Tabla 2. Demanda instalada por vivienda en Bocana de Paiwás**

<i><b>Demanda instalada 120Vac en vivienda</b></i>					
Equipos	Cant	Pot(W)	Pot Inst	Horas/Uso	Watt/H-dia
Abanicos	3	75	225	7	1575
PC Laptop	0	50	0	0	0
Licadora	0	700	0	0.09	0
Mini Refrigerador	0	120	0	12	0
Televisor	1	80	80	6	480
Radio	1	35	35	10	350
			340		2405

Por tanto, se tendrá un consumo mensual de 72K125 W.

Además, se hace una taxonomía en lo que respecta al sistema de iluminación, siendo esto únicamente en DC. Por tanto, se tiene el siguiente resultado.

**Tabla 3. Luminarias DC por vivienda en Bocana de Paiwás.**

<i>Luminarias 12Vdc en Vivienda</i>					
Ambientes	Cant	Pot(W)	Pot Inst	Horas/Uso	Watt/H-día
Patio delantero	2	9	18	11	198
Patio Trasero	2	9	18	11	198
Dormitorio 1	3	5	15	4	60
Dormitorio 2	3	5	15	4	60
Dormitorio 3	3	5	15	4	60
Sala	3	5	15	5	75
Cocina	3	5	15	4	60
Baño	1	9	9	1	9
			120		720

Teniendo como resultado un total de 720 W/H-día. Lo que implica que al mes se tendrá 21K6 W.

Sumando el consumo mensual, de los resultados anteriores se tiene que al mes, se tendrá un consumo energético de: 93K750 W.

Para el diseño se consideraron los siguientes parámetros:

**Tabla 4. Parámetros del equipamiento a implementar**

Potencia corregida watts:	357
Potencia del inversor watts:	595
Eficiencia de Bateria:	0.85
Eficiencia del Inversor:	0.95
Eficiencia del Cableado:	0.97
Ajuste de Energia wattts- H/día:	3070.44
Profundidad de descarga:	0.8
Ajuste por profundidad:	4558.05
Voltaje del sistema:	24
Banco de Bateria AH:	189.919

También se consideraron los requerimientos en base a comportamientos estadísticos, teniendo lo siguiente:

**Tabla 5. Características de requerimiento para el sistema fotovoltaico aislado**

Horas sol promedio:	5.5
Eficiencia del regulador:	0.97
Capacidad de panel W:	200
Corriente del panel A:	5.56
Dias de respaldo:	2
Pot de entrega Wpico:	854.368
Cantidad de Paneles:	4.27184
Banco de Baterias:	379.838
Corriente de Controlador mayor a:	23.7514

#### 8.4 Costos del proyecto

**Tabla 6. Costos del proyecto para el sistema de energía fotovoltaico aislado**

Costo aproximado de equipos y materiales			
Equipos y materiales	Cant	Precio Unit	Precio total
Bateria:	4	\$180.00	\$720.00
Controlador de carga:	1	\$40.00	\$40.00
Panel solar:	4	\$150.00	\$600.00
Inversor:	1	\$800.00	\$800.00
Sistema electrico:	1	\$300.00	\$300.00
Costo de estructura:	1	\$120.00	\$120.00
<b>Total:</b>			<b>\$2,580.00</b>

## **9. Conclusiones**

El estudio de diseño para la implementación de la micro hidroeléctrica se realizará en el municipio de Paiwas. Región Autónoma del Atlántico Sur.

La técnica que se utilizará en este proyecto es la investigación aplicada con el propósito de recopilar y encontrar la información necesaria para dar respuesta al proyecto de despliegue de la tecnología fotovoltaica para satisfacer la necesidad del servicio de energía eléctrica en el municipio Bocana de Paiwas. Región Autónoma del Atlántico Sur.

Se realizó un estudio de censo de energía para determinar el tipo y cantidad de equipamiento que se requiere para satisfacer la demanda.

Se hizo un estudio que indica los requerimientos de carácter ambiental, como horas promedio sol, para que el equipo funcione correctamente. Además, se consideró en caso de no tener vista solar, por situaciones de carácter ambiental, un respaldo de energía por 2 días.

También se determinó el costo del sistema fotovoltaico aislado para determinar la inversión que se requiere para su implementación.

## 10. Bibliografía

[1] Hurtado Javier, Pilarte Bosco. “Formulación y Evaluación de una Pequeña Central Hidroeléctrica de 600KW en el Rio Tuma”. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua. 2016.

[2] Martínez Alejandro, Escobar Belén. “Plantas Hidroeléctricas Estatales. Su Aporte al Desarrollo del País”. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua. 2013.

[3] “Energías Renovables. Disponible en: [https://www.acciona.com/es/energias-renovables/?\\_adin=02021864894](https://www.acciona.com/es/energias-renovables/?_adin=02021864894)

[4] “Acción por el clima”. Naciones Unidas.

Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>

[5] “¿Qué es la energía Fotovoltaica?”. Appa Renovables. Disponible en:

<https://www.appa.es/appa-fotovoltaica/que-es-la-energia-fotovoltaica/>

[6] “Energía Fotovoltaica: Qué es y cómo funciona”. Centro de Formación Técnica para la Industria. Disponible en: <https://www.cursosaula21.com/que-es-energia-solar-fotovoltaica/>

[7] Disponible en:

<https://observatorio.uraccan.edu.ni/sites/default/files/documentos/Bocana%20de%20Paiwas.pdf>

[8] Disponible en:

<https://www.enatrel.gob.ni/mas-hogares-de-bocana-de-paiwas-con-acceso-a-la-energia-electrica/>

[9] Madrid Antonio. "Energía solar Térmica y de Concentración: Manual Práctico de diseño, Instalación y Mantenimiento". AMV Ediciones. España. 2009.

[10] Disponible en:

[https://www.google.com/search?q=panel+solar&rlz=1C1UUXU\\_esNI943NI943&sxsrf=ALiCzsbrtkEPVJN1F5aCSMwID0JywP1-ww:1658114415317&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiV4OLFvYH5AhW6lGoFHQqnCSYQ\\_AUoAXoECAMQAw&biw=1536&bih=722&dpr=1.25#imgrc=4qLoVlqDMGaxEM](https://www.google.com/search?q=panel+solar&rlz=1C1UUXU_esNI943NI943&sxsrf=ALiCzsbrtkEPVJN1F5aCSMwID0JywP1-ww:1658114415317&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiV4OLFvYH5AhW6lGoFHQqnCSYQ_AUoAXoECAMQAw&biw=1536&bih=722&dpr=1.25#imgrc=4qLoVlqDMGaxEM)

[11] Disponible en:

<https://www.aulafacil.com/cursos/medio-ambiente/energia-solar-fotovoltaica/instalaciones-aisladas-l37009>