



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO  
FACULTAD CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO(A)  
INDUSTRIAL**

**TEMA: DISEÑO DE UNA PROPUESTA DEL USO DE ENERGIA  
SOLAR COMO FUENTE FOTOVOLTAICA EN INSTALACIONES  
ECO TURISTICAS UBICADA EN EL COMPLEJO “FINCA MAMA  
ANGELITA” DEL CANTON NARANJAL**

**Autores:**

Srta. SAGUAY MEJIA CARMEN ROXANA

Sr. GUTIERREZ MIRANDA CRISTHIAN JOEL

**Tutor:**

Phd. CARRASQUERO RODRIGUEZ EDWIN JESUS

**Milagro, Julio 2021**

**ECUADOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

Presente.

Yo, SAGUAY MEJIA CARMEN ROXANA, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de integración curricular, modalidad en línea, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación Desarrollo sostenible, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de integración curricular en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, Haga clic aquí para escribir una fecha.

---

SAGUAY MEJIA CARMEN ROXANA

Autor 1

CI: 0350240685

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

**RECTOR**

**Universidad Estatal de Milagro**

Presente.

Yo, GUTIERREZ MIRANDA CRISTHIAN JOEL, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de integración curricular, modalidad en línea, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación Desarrollo sostenible, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de integración curricular en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, Haga clic aquí para escribir una fecha.

---

GUTIERREZ MIRANDA CRISTHIAN JOEL

Autor 2

CI: 0928967587

## **APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, CARRASQUERO RODRIGUEZ EDWIN JESUS en mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, elaborado por los estudiantes SAGUAY MEJIA CARMEN ROXANA y GUTIERREZ MIRANDA CRISTHIAN JOEL, cuyo título es **DISEÑO DE UNA PROPUESTA DEL USO DE ENERGIA SOLAR COMO FUENTE FOTOVOLTAICA EN INSTALACIONES ECO TURISTICAS UBICADA EN EL COMPLEJO “FINCA MAMA ANGELITA” DEL CANTON NARANJAL**, que aporta a la Línea de Investigación desarrollo sostenible previo a la obtención del Título de Grado INGENIERO(A) INDUSTRIAL; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso previa culminación de Trabajo de Integración Curricular de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, Haga clic aquí para escribir una fecha.

---

CARRASQUERO RODRIGUEZ EDWIN JESUS

Tutor

C.I: 0961545613

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión del Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERA INDUSTRIAL presentado por la estudiante SAGUAY MEJIA CARMEN ROXANA

Con el tema de trabajo de Integración Curricular: **DISEÑO DE UNA PROPUESTA DEL USO DE ENERGIA SOLAR COMO FUENTE FOTOVOLTAICA EN INSTALACIONES ECO TURISTICAS UBICADA EN EL COMPLEJO “FINCA MAMA ANGELITA” DEL CANTON NARANJAL.**

Otorga al presente Trabajo de Integración Curricular, las siguientes calificaciones:

Trabajo Curricular	Integración	[	]
Defensa oral		[	]
<b>Total</b>		[	]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) \_\_\_\_\_

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

Nombres y Apellidos		Firma	
Presidente	Apellidos y nombres de Presidente.		_____
Secretario /a	Apellidos y nombres de Secretario		_____

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión del Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERO INDUSTRIAL presentado por el estudiante GUTIERREZ MIRANDA CRISTHIAN

Con el tema de trabajo de Integración Curricular: **DISEÑO DE UNA PROPUESTA DEL USO DE ENERGIA SOLAR COMO FUENTE FOTOVOLTAICA EN INSTALACIONES ECO TURISTICAS UBICADA EN EL COMPLEJO “FINCA MAMA ANGELITA” DEL CANTON NARANJAL.**

Otorga al presente Proyecto Integrador, las siguientes calificaciones:

Trabajo de Integración Curricular	[	]
Defensa oral	[	]
<b>Total</b>	[	]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) \_\_\_\_\_

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos			Firma
Presidente	Apellidos y nombres de Presidente.			_____
Secretario /a	Apellidos y nombres de Secretario			_____

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo va dedicado de manera especial a mi madre María Mejía, por ser aquella persona que siempre ha estado brindándome su apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi vida. Así mismo a mis amigos Oscar Naranjo, David Salgado y Bryan Sánchez por acompañarme durante todo el proceso de estudio universitario.*

***Carmen Saguary***

*El presente trabajo de titulación va dedicado a mi familia en general, en especial a mis padres Marco Gutiérrez y Betty Miranda por brindarme su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.*

*A mis amigos y a todas las personas que han pasado por este duro proceso junto a mí.*

***Cristhian Gutiérrez***

## **AGRADECIMIENTO**

*En primera instancia mi total agradecimiento es a Dios por darme esa fuerza y voluntad para no rendirme ante cualquier adversidad y así poder cumplir mi meta propuesta, a mi señora madre por acompañarme y brindarme todo su apoyo durante mi carrera universitaria. Así mismo a cada uno de los docentes en general que compartieron sus conocimientos de la mejor manera, en especial mi mayor agradecimiento corresponde a mi tutor PhD. Edwin Carrasquero por acompañarme y guiarme en todo el proceso de titulación y así mismo al Ing. Martín Muñoz por brindar su apoyo para la realización del presente trabajo.*

***Carmen Saguy***

*En primer lugar, a Dios por darme la fortaleza para seguir adelante y así poder culminar mis estudios universitarios, a mis padres por ser el pilar fundamental en toda esta etapa universitaria. A los docentes que me compartieron sus conocimientos e inculcaron valores, en especial a mi tutor PhD. Edwin Carrasquero Rodríguez por acompañarme en todo el proceso de titulación y al Ing. Martín Muñoz por guiarme en la realización de la propuesta.*

***Cristhian Gutiérrez***



## INDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR .....	1
DERECHOS DE AUTOR .....	2
APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR .....	3
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR.....	4
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR.....	5
DEDICATORIA .....	6
AGRADECIMIENTO .....	7
INDICE GENERAL .....	8
INDICE DE TABLAS .....	10
INDICE DE FIGURAS.....	11
RESUMEN .....	12
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO 1.....	14
INTRODUCCIÓN .....	14
1.1. Planteamiento del problema .....	15
1.2. Objetivos .....	15
1.2.1 Objetivo general.....	15
1.2.2 Objetivos específicos .....	16
1.3. Justificación.....	16
1.4. Marco teórico .....	17
1.4.1. Energías renovables .....	17
1.4.2 Avances tecnológicos.....	19
1.4.3 Energía solar fotovoltaica .....	22
1.4.4 Cuantificación del impacto de la energía fotovoltaica en el país.....	23
1.4.5 Rol de la energía solar en la economía circular .....	24
1.4.6 Usos de las energías renovables en instalaciones turísticas.....	25
1.4.7 Paneles solares .....	26
1.4.8 Tipos de sistemas fotovoltaicos .....	30
1.4.9 Componentes de los sistemas fotovoltaicos.....	30
1.4.10 Tipos de mantenimiento para un sistema fotovoltaico .....	32
CAPÍTULO 2.....	33
METODOLOGÍA.....	33
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	34
2.2 Método .....	34

CAPÍTULO 3.....	38
3. PROPUESTA .....	38
3.1 Dimensionamiento para cancha sintética .....	38
3.1.1 Selección del regulador.....	42
3.1.2 Distribución de paneles Solares .....	43
3.1.3 Banco de baterías .....	43
3.1.4 Configuración de las baterías.....	44
3.1.5 Selección del inversor .....	44
3.1.6 Cableado .....	45
3.1.7 Protecciones .....	46
3.2 Dimensionamiento del sendero .....	46
3.2.1 Cálculo de paneles .....	46
3.2.3. Selección del regulador.....	47
3.2.4. Banco de baterías .....	47
3.2.5. Cableado .....	48
3.2.6. Protecciones .....	48
3.3. Dimensionamiento de la casa del árbol.....	48
3.3.1. Cálculo de paneles .....	48
3.3.2. Selección del regulador.....	49
3.3.3. Banco de baterías .....	50
3.3.4. Cableado .....	50
3.4. Análisis económico .....	50
3.4.1. Análisis de costos de los sistemas fotovoltaicos.....	51
3.4.2. Presupuesto cancha sintética.....	51
3.4.3. Presupuesto sendero.....	54
3.4.4. Presupuesto casa del árbol .....	57
3.5. Retorno de la inversión .....	59
3.6 Plan de instalación y mantenimiento preventivo de los paneles solares. ....	63
3.6.1 Mantenimiento preventivo de los paneles solares .....	68
CONCLUSIONES .....	71
RECOMENDACIONES.....	72
BIBLIOGRAFÍA .....	73

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Eficiencia .....	30
Tabla 2. Sistemas Fotovoltaicos .....	35
Tabla 3. Peso relativo.....	36
Tabla 4. Tabla de evaluación. ....	37
Tabla 5. Materiales.....	51
Tabla 6. Mano de obra .....	52
Tabla 7. Transporte .....	52
Tabla 8. Costos Directos Totales .....	53
Tabla 9. Costos Indirectos.....	53
Tabla 10. Costo Total.....	54
Tabla 11. Materiales.....	54
Tabla 12. Mano de obra .....	55
Tabla 13. Transporte .....	55
Tabla 14. Costos directos totales .....	56
Tabla 15. Costos indirectos.....	56
Tabla 16. Costo total .....	56
Tabla 17. Materiales.....	57
Tabla 18. Mano de obra .....	57
Tabla 19. Transporte .....	58
Tabla 20. Costos directos totales .....	58
Tabla 21. Costo indirecto.....	59
Tabla 22. Costo total .....	59

## INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Granja de energía solar flotante Huainan Fuente: pvbuzz .....	20
Ilustración 2. Primera planta desalinizadora Fuente: eltierrero.....	22
Ilustración 3. Vista frontal de un panel solar fotovoltaico Fuente: riunet.upv.es .....	26
Ilustración 4. Efecto fotovoltaico Fuente: (ARROBA, 2017).....	27
Ilustración 5. energía solar fotovoltaica Fuente: <a href="http://servicioseficientes.com/paneles.php">http://servicioseficientes.com/paneles.php</a> .....	29
Ilustración 6. página de inicio pvgis Fuente: <a href="https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis">https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis</a> .....	39
Ilustración 7. mapa geográfico Fuente: <a href="https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis">https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis</a> .....	39
Ilustración 8. Parámetros necesarios Fuente: <a href="https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis">https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis</a> .....	40
Ilustración 9. Resultados rendimiento mensual Fuente: <a href="https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis">https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis</a> .....	41
Ilustración 10. Configuración de paneles Fuente: propia.....	43
Ilustración 11. Configuración banco de baterías Fuente: propia.....	44
Ilustración 12. Esquema de instalación para la cancha sintética. Fuente propia. ....	63
Ilustración 13. Esquema de instalación para el sendero. Fuente propia.....	64
Ilustración 14. Esquema de instalación para la casa del árbol. Fuente propia.....	64
Ilustración 15 Tabla Orientativa Fuente: Teraelectronics.....	78
Ilustración 16. Visualización de cancha sintética.....	78
Ilustración 17 Visualización del sendero.....	78
Ilustración 18. Visualización de la casa del árbol.....	79
Ilustración 19. Recolección de datos .....	79

# **DISEÑO DE UNA PROPUESTA DEL USO DE ENERGIA SOLAR COMO FUENTE FOTOVOLTAICA EN INSTALACIONES ECO TURISTICAS UBICADA EN EL COMPLEJO “FINCA MAMA ANGELITA” DEL CANTON NARANJAL**

## **RESUMEN**

El trabajo se titula Diseño de una propuesta del uso de energía solar como fuente fotovoltaica en instalaciones ecoturísticas ubicadas en la Finca “Mama Angelita” Naranjal, se realizó un estado de arte que ayudara a la fundamentación teórica del trabajo. Se realizó una evaluación visual preliminar con el fin de poder dimensionar de mejor manera los sistemas fotovoltaicos, puesto que en tres sectores no se contaba con correcta iluminación, la cancha sintética, el sendero y la casita del árbol. Los tres sistemas fotovoltaicos poseen características muy distintas, ya que el consumo en cada sector varía dependiendo de las actividades a realizar, para el primer sistema cuenta con un consumo de 24000Wh/día, el segundo con 405Wh/día y el tercero que corresponde a la casa del árbol de 252Wh/día, esto hizo que para cada sistema haya configuraciones distintas en cuanto al uso de paneles, baterías, cableado e inversores.

Por el análisis económico realizado se estableció que ningún sistema fotovoltaico es viable, ya que el tiempo de recuperación era demasiado elevado con respecto a la inversión inicial para la ejecución del proyecto, lo que permitió visualizar que estos proyectos necesitan de apoyo e incentivos por parte del gobierno para su factibilidad.

**Palabras claves:** energía, paneles solares, sistema fotovoltaico, consumo energético, análisis económico, retorno de inversión.

# **DESIGN OF A PROPOSAL FOR THE USE OF SOLAR ENERGY AS A PHOTOVOLTAIC SOURCE IN ECO-TOURIST FACILITIES LOCATED IN THE “FINCA MAMÁ ANGELITA” COMPLEX OF THE CANTON NARANJAL**

## **ABSTRACT**

The design of a proposal for the use of solar energy as a photovoltaic source in ecotourism facilities located in the “Mama Angelita” Naranjal Farm, a state of the art was made to help the theoretical foundation of the work. A preliminary visual evaluation was carried out in order to be able to better dimension the photovoltaic systems, since in three sectors there was no correct lighting, the synthetic court, the path and the tree house. The three photovoltaic systems have very different characteristics, since consumption in each sector varies according to the activities to be carried out, for the first system has a consumption of 24000Wh / day, the second with 405Wh / day and the third corresponding to the house of the 252Wh / day tree, this meant that for each system there were different configurations regarding the use of panels, batteries, wiring and inverters.

Through the economic analysis carried out, it was established that no photovoltaic system is viable, since the recovery time was too high with respect to the initial investment for the execution of the project, which will appear to see that these projects need support and incentives from the government for its feasibility.

**Key words:** energy, solar panels, photovoltaic system, energy consumption, economic analysis, return on investment.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el tema de la electricidad es sumamente imprescindible su necesidad, por cualquier razón el no contar con ella además de causar molestias impide poder realizar actividad alguna en horas de la noche. Estos inconvenientes se presentan en cualquier lugar ya sea desde una casa hasta algún centro público en general. Existen varios tipos de energía renovables que se puede implementar para reemplazar a la típica energía eléctrica que se usa. Las fuentes fotovoltaicas son un tipo de energía no convencional que se usa para la generación de electricidad. Esto es posible por la emisión de la radiación solar y a la vez por el uso de los conocidos paneles o celdas solares cuya función es convertir la radiación solar obtenida en energía eléctrica. Se cabe recalcar que este tipo de energía no produce daño alguno al medio. Por ello tras la implementación de un sistema fotovoltaico dentro de las instalaciones ecoturísticas trae consigo beneficios económicos y a la vez a crear a conciencia a cada uno de las personas que visitan el lugar con respecto a la hora de producir energía eléctrica a partir de las energías limpias o conocidas como energías renovables.

La implementación de sistemas fotovoltaicos tiene gran acogida, por ser un sistema que aprovecha de energía inagotable. Tras un buen estudio tanto del lugar a implementar como de los materiales adecuados y a la vez de los costos de los mismos se puede obtener beneficios notorios a medianos y a largo plazo. Es por ello las investigaciones constantes con respecto a este tema y de esta forma cada vez descubren nuevas formas de hacer más eficientes a los sistemas solares fotovoltaicos. Además, posee gran facilidad tanto de la instalación como del respectivo mantenimiento del mismo.

En consecuencia, el trabajo realizado presenta aspectos importantes para la implementación de un sistema fotovoltaico. A través de visitas al complejo turístico Mamá Angelita se ha determinado varias áreas relevantes como es la cancha sintética, la casa del árbol y el sendero

que le conduce hasta ella. El trabajo consta de presupuestos por separado, es decir, los análisis de costos están por cada área determinada para la implementación. A si mismo se detalla un plan de instalación en general y a la vez un plan de mantenimiento preventivo para los sistemas que serán instalados dentro del complejo.

### **1.1. Planteamiento del problema**

Finca mamá Angelita, está ubicada en la provincia del Guayas en naranjal, es un complejo ecoturístico que brinda sus instalaciones para la distracción del público en general, entre las cuales destacan canchas, piscinas, cascadas, cabañas y varios lugares más en los cuales se puede pasar momentos agradables.

El complejo lleva años funcionando y gracias a la acogida que han tenido el complejo se ha ido extendiendo agregando nuevos atractivos.

La problemática surge a raíz de la escasa iluminación que se tiene en las partes más alejadas del complejo, esto implica que no se puedan aprovechar de la mejor manera los espacios recreativos en horas de la noche o cuando ocurre la puesta del sol.

La finca mamá Angelita cuenta con energía eléctrica convencional con la cual se ha abastecido hasta el día de hoy, pero a lo largo del tiempo el consumo eléctrico a ido creciendo, la cuál se ha visto reflejado en el incremento de las planillas eléctricas.

Debido a la problemática mencionada, se cree conveniente realizar tres sistemas fotovoltaicos con el fin de iluminar las zonas más alejadas de la red eléctrica y que estos sistemas le proporcionen un ahorro económico a lo largo del tiempo.

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1 Objetivo general**

Diseñar una propuesta técnica económica para la implementación de fuentes fotovoltaicas en diferentes instalaciones eco turísticas.



### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Identificar y determinar el consumo energético en instalaciones turísticas.
- Determinar cuál de los sistemas utilizados en paneles solares es más viable para suplir la demanda energética.
- Determinar los costos de implementación y el tiempo de retorno de la inversión requeridos.
- Establecer el plan de instalación y mantenimiento preventivo de los paneles solares.

### **1.3. Justificación**

El complejo ecoturístico Finca Mamá Angelita posee gran acogida por parte de los turistas, este cuenta con varias áreas sumamente llamativas y a la vez relajante como para pasar en familia. Sin embargo, el complejo, no cuenta con energía eléctrica en algunos puntos específicos tales como la cancha sintética, la casa del árbol y a la vez el respectivo sendero que conduce hasta allí. La falta de energía eléctrica en esos puntos como se ha recalado restringe a los visitantes a desarrollar actividades en horas de la noche por ello es motivo primordial para realizar un estudio y a la vez desarrollar un plan para la implementación de un sistema de energía renovable. Por ende, la implementación de este tipo de energía permitirá que los visitantes hagan uso de aquellas áreas que antes no gozaban por falta de la iluminación durante la noche.

Contar con un sistema de energía renovable, en este caso la implementación de un sistema solar fotovoltaico además de representar beneficios a largo plazo resulta bastante llamativo utilizar este tipo de sistemas amigables con el medio ambiente.

En la actualidad el tema de los sistemas solares fotovoltaicos ya no representa algo extraordinario, con el pasar de años este tipo de energía ha ido obteniendo bastante acogida por los resultados que se obtiene, sin embargo, resulta valioso que un centro ecoturístico cuente con este tipo de energía ya que esto permitirá más atención por parte de los turistas.

## **1.4. Marco teórico**

### **1.4.1. Energías renovables**

El uso de fuentes alternas implica un efecto sobre el entorno natural, pero muy reducido, lo que resulta ser beneficioso para muchos sectores del planeta, también ayudan a reducir los costos en producción de energía y su distribución. Es por esto que resulta importante investigar sobre fuentes renovables de energía que sustituyan las energías duras.

Estas energías al ser renovables nos aseguran una fuente inagotable para el abastecimiento de energía, no solamente en la actualidad, sino que este sea sustentable con el pasar de los años. También ayuda a proyectar la energía en todas las jerarquías; mundial, nacional, provincial y local (Chavez, 2012).

#### ***1.4.1.1 Tipos.***

##### **✓ Fuente fotovoltaica**

“La energía solar puede ser la mejor opción para el futuro de la humanidad ya que es el recurso más abundante de energía renovable” (Sebastian, 2017) . Este tipo de energía se beneficia de la energía proveniente de los rayos solares para crear corriente, de forma directa o por medio de células fotovoltaicas.

##### **✓ Energía eólica**

Esta fuente transforma la energía cinética proveniente del viento en energía eléctrica a través de un generador. En cualquier parte del mundo hay corrientes de generadas por el viento, circulan de forma estable en las mismas trayectorias, con mayor o menor intensidad dependiendo de la época del año (Chavez, 2012).

✓ **Energía mareomotriz**

Esta energía se produce por medio del beneficio de los recursos hídricos y las vastas fuentes de agua, específicamente mediante el beneficio de la energía potencial que se obtiene mediante el movimiento propio de las mareas a través de las turbinas (J. González, 2016).

✓ **Biomasa**

La biomasa es una energía renovable capaz de desarrollarse de una manera rápida ya que los métodos utilizados para aprovecharla existen en los mercados y los precios son menores comparadas con otras fuentes alternativas. Se puede definir a esta fuente como un conjunto de compuestos orgánicos provenientes de materia viva (Chavez, 2012).

✓ **Hidráulica**

Este tipo de sistemas hace uso de la energía potencial que generan las caídas de cuerpos de agua. Estas se encuentran en represas y usan el agua proveniente de pantanos o embalses como fuente de poder. El proceso de obtención de energía eléctrica consiste en que el agua al hacer de las represas fluya a través de una turbina, la cual mediante un alternador la convierte en energía eléctrica (Washington Eduardo Guastay Cajo, 2020).

**1.4.1.2 Ventajas.**

Una de las ventajas más notorias es que usar energías renovables tiene un muy bajo impacto ambiental, en cuanto se refiere a emisiones de CO<sub>2</sub>-, también el empleo de rangos amplios de fuentes alternativas favorece la seguridad del suministro energético, esto debido que se aumenta la diversidad energética. otra ventaja de estas fuentes es el tiempo de vida que se estima para estas instalaciones de energías renovables, el costo de estas energías no depende del

agotamiento de los recursos, esto hace que exista una mayor estabilidad de los costos ya que estas dependen del costo de la inversión (Bravo, 2002).

#### ***1.4.1.3 Desventajas.***

Una de las desventajas de las energías renovables es que en la actualidad aún no se implementan políticas necesarias para fomentar e idealizar proyectos que nos ayuden a aprovechar estas energías, por otra parte, existen limitantes a la hora de implementar dichas fuentes de energía esto se debe al alto costo que estas podrían presentar, lo que supone ser proyectos poco viables para personas que no cuenten con los recursos necesarios para su implementación.

#### ***1.4.1.4 Costos.***

Para medir la rentabilidad de las energías renovables se debe considerar un aspecto muy fundamental que es el precio con el que se comercializan ya que este nos ayudara a verificar si son competitivas en relación a las convencionales., esto quiere decir que si una de estas tecnologías genera corriente a precios competitivos estas pueden ser tomadas en cuenta por inversionistas para futuras expansiones, estas de mayor rentabilidad y poseerán mayor grado en ser aplicadas (Diego Ivan Lojano Chancha, 2013).

### **1.4.2 Avances tecnológicos**

A lo largo del tiempo han ido surgiendo numerosos avances en cuanto se refiere a proyectos de energía renovables, es por eso que detallaremos algunos de estos avances para conocer cómo funcionan y que necesidad están satisfaciendo.

#### ***1.4.2.1 Paneles solares flotantes.***

Consiste en la construcción de una plataforma flotante sobre el agua, y sobre esta se coloca el sistema fotovoltaico. Esta aplicación se considera bastante nueva ya que existen muy pocos proyectos. Este tipo de tecnología ha sido de

gran interés en los últimos años debido a los grandes problemas que presentan las energías solares fotovoltaicas con respecto a la ocupación de terreno (Olsson, 2019).

Ventajas de usar plantas solares flotantes:

- No ocupan tierras, esto permite que se utilicen para otro fin.
- Reducen las evaporaciones del mar o lago en lugares áridos.
- Tiene un mayor rendimiento a comparación con las terrestres ya que el mar y los vientos son más fríos, esto permite que exista un aumento en su rendimiento.
- La instalación y desmantelamiento, las centrales son más compactas que las de tierras y no está sujeta a una estructura fija en sus cimientos, esto permite que las instalaciones sean totalmente reversibles.

La instalación más grande conocida en el mundo es la de Huainan en China con una potencia instalada de 40MW.



*Ilustración 1. Granja de energía solar flotante Huainan Fuente: pvbuzz*

Según la revista “pvbuzz” Japón lidera este sector ya que cuenta con 73 de las 100 plantas flotantes más grandes del planeta y de las cuales el “Yamakura

Dam” es el más grande de Japón con una potencia instalada de 13,7MW (Olsson, 2019).

#### ***1.4.2.2 Primera planta solar que transforma el agua de mar en agua potable.***

Según (eltierrero, 2020) la compañía Solarcity es la responsable del desarrollo de la GivePower un diseño de planta solar creado por Lydon Rive y Hayes Barnard en 2013. Antes de fusionarse a Tesla en 2016, tenía como principal objetivo de llevar energía solar a zonas del mundo sin acceso a la electricidad. Según informa (eltierrero, 2020) una de las comunidades beneficiadas con este proyecto era Kiunga en Kenya, lo curioso de todo esto era que mientras instalaban el sistema fotovoltaico, Hayes Barnard y su equipo se percataron de que estas personas tenían otras necesidades más urgentes que la electricidad, llevaban años en la sequía no tenían agua para beber o bañarse, el agua salobre estaba causando estragos en la población, lo que impulsó a GivePower a crear una planta desalinizadora que fuera alimentada por energía solar.

Este sistema de desalinización y potabilización de agua tiene la versatilidad de ser desplegada en las regiones costeras del todo el mundo, que por su geografía sufren escasez de agua potable, este sistema cuenta con una batería incorporada que le permite funcionar las 24 horas del día y transformar 70000 litros de agua salobre en agua totalmente limpia y potable (eltierrero, 2020).



*Ilustración 2. Primera planta desalinizadora Fuente: eltierrero*

### **1.4.3 Energía solar fotovoltaica**

Este tipo de energía forma parte de la clasificación de los tipos de energía renovable, a través de la implementación de paneles solares fotovoltaicos se puede usar este tipo de energía para generar electricidad (Carballo, 2016).

Este tipo de energía es bastante considerado en la actualidad ya que mediante el uso de los conocidos paneles solares estos se encargan de transformar los rayos del sol y de esta manera se logra obtener energía eléctrica.

Según varios estudios, existen grandes posibilidades de crecimiento del mercado solar. Por ende, las nuevas tecnologías están mejorando de forma considerable la relación en lo que respecta costes-eficiencia.

#### ***1.4.3.1 Ventajas.***

El direccionarse por la energía solar fotovoltaica posee grandes ventajas y se detalla a continuación:

- Este tipo de energía se concentra en la utilización de un recurso natural inagotable, tal como es la radiación emitida por el sol.
- Es amigable con el entorno, es decir no produce residuos que perjudiquen el mismo.

- Ahorro Energético: El ahorro energético se conoce a medianos y largo plazo.
- Fiabilidad alta: El mantenimiento de la estructura es sencillo y a la vez a un costo bajo.
- No hay impedimentos para generar este tipo de energía, incluso en días brumosos se puede generar.

#### ***1.4.3.2 Desventajas.***

Al igual que cualquier otro tipo de energía, el optar por la energía fotovoltaica también presenta varias desventajas y se detalla a continuación:

- Se debe contar con una inversión inicial.
- Elevado costo de instalación.
- Para la respectiva implementación de paneles solares se debe contar con superficies consideradas de acuerdo a los estudios que se haya realizado.
- El efecto visual de la ubicación de los paneles solares, generalmente puedan afectar y a la vez contaminar el entorno.

#### **1.4.4 Cuantificación del impacto de la energía fotovoltaica en el país**

Nuestro país considera a la energía solar fotovoltaica como una fuente muy importante, ya que esta aportaría en gran escala la reducción de la emisión de contaminantes a diferencia de la forma actual de generar electricidad. A demás, esta energía renovable daría paso al ahorro de millones de dólares en el aspecto de generación de energía eléctrica. (Sánchez Galarza, 2014)

Al tratar el tema de la energía solar fotovoltaica en nuestro país es importante recalcar la gran ventaja que posee al querer optar por esta energía y es la ubicación. Se cuenta con una ubicación privilegiada, se lo considera así ya que recibe una radiación casi perpendicular



En cuanto a los inicios de este tipo de energía se da a partir del año 1982 con desarrollo de proyectos bajo la aprobación de la Ley de Fomento de Energías No Convencionales. Luego de 8 años, es decir en el año 1990 se creó el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC). En cuanto a una gestión de CONELEC entre los años 2011 y 2012 se recalca la aprobación que realizó con respecto a la instalación y a su vez la operación de un total de 17 proyectos de generación eléctrica con paneles solares en varias provincias tales como Santa Elena, Manabí, Pichincha, Imbabura, Morona Santiago y entre otras por un total de 272 MW de potencia. Los 272 MW equivale al 6% de la capacidad instalada en el país o a la vez un cuarto de la potencia de lo que corresponde la central de Paute. (Urdiales Flores, 2014)

Existe un informe de la empresa de datos y análisis GlobalDate en el cual este afirma que nuestro país está sentando las bases para un crecimiento del 15% de la energía solar fotovoltaica en la próxima década. (SMART ENERGY, 2020)

El año pasado, 2020, en diciembre se aprobó el proyecto de energía solar “El Aromo” en la provincia costera de Manabí. El Aromo actualmente posee un significado simbólico para nuestro país, aun se lo sigue estimando bastante incierto si es que este proyecto en sí logara un empujón hacia el desarrollo energético más ambientalmente sostenible en Ecuador. Por medio de este proyecto se deduce que va a multiplicar casi por diez en lo que respecta a la capacidad solar en nuestro país añadiendo 258 MW a la producción actual de 27 MW. (Partridge, 2021)

#### **1.4.5 Rol de la energía solar en la economía circular**

La economía circular se basa en tres aspectos concretos: reducir, reutilizar y reciclar mientras que las energías renovables tienen como objetivo la descarbonización y descontaminación del medio ambiente, por ende, en cuanto respecta el impacto que produce

las energías renovables es fundamental en la economía circular, las dos tendencias mencionadas comparten objetivos comunes.

Al momento que se realiza un análisis de los objetivos principales de la economía circular se puede recalcar que no solo se hace referencia a la gestión de residuos sino también se relaciona con el uso de energías limpias tales como la energía eólica o la energía solar fotovoltaica por ende se considera a las energías renovables como uno de los principios fundamentales de la economía circular. (BLOG SFERA Proyecto Ambiental, S.L., 2020)

De los tipos de energías renovables que existen la energía solar fotovoltaica es considerada la más convenientes ya que su implementación respectiva es baja en costo en comparación con las otras energías, como se ha detallado anteriormente estas influyen bastante en los objetivos de la económica circular motivo por el cual la Unión Europea se ha planteado un reto el cual consiste centrarse en el desarrollo del proyecto Circusol. El proyecto Circusol comenzó en el año 2018, este proyecto impulsa la energía solar como modelo de negocio en la economía circular.

#### **1.4.6 Usos de las energías renovables en instalaciones turísticas**

En la actualidad el tema del máximo aprovechamiento de las energías renovable se ha vuelto indispensables. Los consumos de energía que son procedentes de fuentes limpias poseen grandes ventajas, entre ellas una de las principales se relaciona con el tema de la reducción del consumo de combustibles fósiles y esto a la vez al ahorro económico a medianos y largo plazo. (Lastra Bravo, Coloma Martínez, Espinosa Jarrín, & Herrera Ronquillo, 2015)

Existen varias propuestas de implementación de paneles solares en varios lugares tales como hoteles, centros de diversión, complejos turísticos, barrios. Varios de ellos han sido ejecutados mientras que otros han quedado simplemente en propuesta.

A través de algunos estudios y a la vez mediante la implementación de los conocidos paneles solares en varios lugares ha quedado comprobado la reducción hasta de un 40% del consumo eléctrico, por ende, está siendo muy recomendado el uso de este tipo de energía.

Al hacer énfasis del uso de energía renovables en instalaciones turísticas se recalca el sector hotelero. Se estima que por medio del uso de las diferentes energías limpias se podría alcanzar un mayor impulso al turismo rural en cuanto se refiere a las pequeñas instalaciones ya que estas pasarían a dejar de depender en su totalidad de la energía eléctrica común. (Lastra Bravo, Coloma Martínez, Espinosa Jarrín, & Herrera Ronquillo, 2015)

#### **1.4.7 Paneles solares**

Los paneles solares son el elemento primordial para una instalación, ya que este convierte la energía del sol en corriente eléctrica. Está formada por un conjunto de células conectadas eléctricamente, encapsuladas, y montadas sobre una estructura de soporte (Diego Ivan Lojano Chancha, 2013).

A la unión de diversas celdas conectadas se las conoce como paneles fotovoltaicos, estos paneles están respaldados con baterías lo que le permite utilizar esta fuente en gran variedad de aplicaciones.



*Ilustración 3. Vista frontal de un panel solar fotovoltaico Fuente: riunet.upv.es*

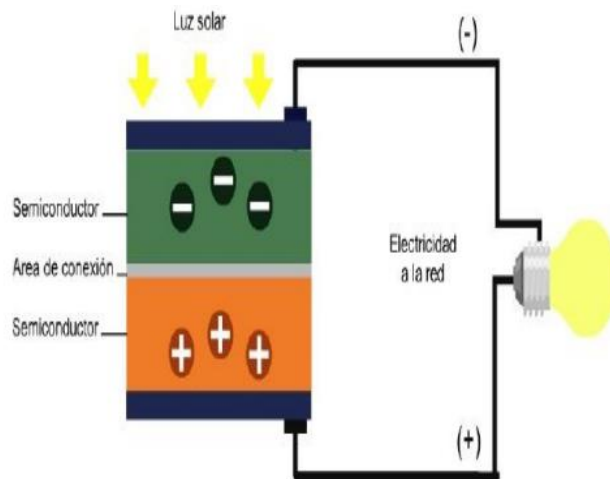
##### **1.4.7.1 Características.**

La unidad principal de cualquier tipo de sistema solar fotovoltaica es el generador, denominado célula solar. Se caracteriza por transformar directamente la electricidad que se encuentra en los fotones provenientes del sol (Arevalo, 2016).

#### *1.4.7.1.1 El efecto fotovoltaico.*

Se basa en la utilización de materiales semiconductores, se caracterizan por conducir electricidad mejor que un aislante, pero menos efectivo que un metal, sobre todo porque mejora su capacidad para conducir electricidad al ser iluminados (BYRON ANDRES MORA VILLAO, 2020).

Esto se logra al unir dos materiales semiconductores de características eléctricas diferentes, uno de ellos tiene que ser capaz de otorgar parte de sus electrones, este elemento se llama tipo N, mientras que el otro debe ser capaz de captar de una manera eficiente electrones excedentes, llamados materiales tipo P (BYRON ANDRES MORA VILLAO, 2020).



*Ilustración 4. Efecto fotovoltaico Fuente: (ARROBA, 2017)*

#### *1.4.7.2 Tipos de paneles.*

### ✓ **Paneles solares policristalinos**

“Están realizados por un material similar al silicio, su proceso de elaboración es más rápido y menos costoso, su tonalidad es azulada, y tiende a tener menos eficiencia” (KATHERINE ORJUELA VELASQUEZ, 2019).

Las celdas policristalinas son desarrolladas después de un proceso de moldeo, donde cada celda tiene partículas cristalizadas de silicio. Este tipo de celda no es tan efectivo ya que al tratarse de un proceso de moldeo quedan imperfecciones en el proceso de fabricación. La efectividad de estas celdas alcanza un 20% para usos en laboratorios, y referente a la efectividad para el uso comercial ronda el 14% (ARROBA, 2017).

Este tipo de módulos fotovoltaicos cuentan con una durabilidad de 30 años de vida y presenta algunas características tales como:

- Posee módulos con 14% de eficiencia gracias a su composición.
- Es resistente a las condiciones climáticas sin afectar su productividad
- Ofrece una alta resistencia al amoníaco y brisas del mar.
- Tolerancia de potencia de 0 a 3%.

### ✓ **Paneles monocristalinos**

Son de un material de silicio distinguido por una disposición ordenada y habitual de átomo, estos se encuentran agrupados simétricamente, poseen una tonalidad azulada oscura, y un acabado plateado. Estos pueden llegar a una eficiencia de hasta el 17% (Arevalo, 2016).

Son los más antiguos, confiables y eficientes para producir energía fotovoltaica, su elaboración es lenta por lo que implica altos costos de adquisición. Esto se compensa con la rentabilidad energética que presenta (KATHERINE ORJUELA VELASQUEZ, 2019).

Estos módulos tienen un grado de producción considerable, se manejan bien en sistemas conectados a la red y sus características principales son:

- Tiene una estructura manejable.
- Tiene una tolerancia alta a la degradación por condiciones climáticas, buena productividad con poca luminosidad.
- Tolerancia a potencia positiva de 0 a 3%.
- Su módulo posee una eficacia de hasta 17%, gracias a su complejidad.
- 17% debido a su tecnología avanzada

#### **1.4.7.3 Importancia.**

En momentos como estos es clave requerimientos para el ahorro y austeridad en el consumo de combustibles y generación de energía eléctrica, según la revista (Carballo, 2016) deberíamos pensar en distintas soluciones para optimizar los diferentes sistemas con técnicas de paneles solares, además de que estos nos permiten obtener energía eléctrica para otros usos.

La energía solar fotovoltaica forma parte de las fuentes no convencionales, la cual es implementada en sistemas fotovoltaicos para crear energía eléctrica que bien podría usarse en distintas circunstancias (Carballo, 2016).



*Ilustración 5. energía solar fotovoltaica Fuente: <http://servicioeficientes.com/paneles.php>*

#### **1.4.7.4 Eficiencia.**

En el presente trabajo de titulación (J. González, 2016) se relaciona el rendimiento de las celdas una por una de ( $9\text{cm}^2$ ), en conjunto de dos celdas de nivel intermedio(W) y los conjuntos infinitos de celdas.

Tabla 1. Eficiencia

La Tabla 1 muestra la Eficiencia de celdas solares bajo diferentes configuraciones

Conjuntos	Rendimiento máximo (%)
Celdas individuales	40
Conjunto de dos celdas	55
Celdas W	63.1
Conjunto infinito de celdas	86.8

#### 1.4.8 Tipos de sistemas fotovoltaicos

Existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos, estos se clasifican en sistemas aislados de la red eléctrica y conectada a la red eléctrica. Esta clasificación se da de acuerdo al uso de la instalación fotovoltaica que se le a dar.

##### 1.4.8.1 Sistemas fotovoltaicos aislados de la red eléctrica.

Los procedimientos del equipo en este tipo de sistema son totalmente independientes a la red eléctrica convencional, aquí interfieren las conocidas baterías la cual se encargan de almacenar toda la energía. (Esclapés Jover, 2012)

##### 1.4.8.2 Sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica

Básicamente, la electricidad que generan los conocidos paneles solares empleados en la instalación por medio de un inversor se trasforma en alimentación de corriente alterna adecuada.(Esclapés Jover, 2012)

#### 1.4.9 Componentes de los sistemas fotovoltaicos

#### ***1.4.9.1 Celdas fotovoltaicas.***

A este componente también se lo conoce como celdas solares. Su función consiste en convertir la luz solar en electricidad. Es importante recalcar que ciertos materiales presentan un tipo de propiedad que actualmente se conoce como efecto fotoeléctrico. Estas celdas fotovoltaicas se componen de lo que hoy en día se conoce como ánodo y cátodo cubierto de un tipo de material fotosensible. (Salazar Peralta, Pichardo S, & Pichardo S, 2016)

#### ***1.4.9.2 Acumuladores o Baterías.***

Dispositivos encargados del almacenamiento energético. En cuanto al tema de la eficiencia de las baterías, estas varían por varios aspectos tales como el tipo, la temperatura y la vejez de las mismas así como también el estado de descarga y su respectiva construcción. (Núñez Zúñiga & Cruz Ornetta, 2013)

El proceso de carga de las baterías se da a través de la electricidad que produce los paneles solares, para que esto resulte posible se emplea un regulador de carga. Retomando el tema de la función de las baterías, estas se encargan de facilitar la energía obtenida a la salida de la respectiva instalación. (Ramón Soliz & Pineda Erreyes, 2015)

En la actualidad se puede adquirir diferentes tipos de baterías para la implementación de sistemas fotovoltaicos estas se diferencian ya sea por el precio, características de carga, tamaño peso y mantenimiento. (Esclapés Jover, 2012)

#### ***1.4.9.3 El regulador.***

Para obtener un correcto funcionamiento de la instalación, es importante y a la vez es de forma obligatoria instalar un sistema de regulación de carga en la unión entre los respectivos paneles solares y las baterías. Este dispositivo se encarga



de controlar los procesos de carga y descarga de las respectivas baterías instaladas con el fin de garantizar y a la vez maximizar la vida útil de las mismas. (Esclapés Jover, 2012)

#### ***1.4.9.4 Inversor.***

El inversor es el enlace entre la instalación solar y la red eléctrica. Este dispositivo tiene como función transformar la corriente continua que generan las respectivas celdas solares instaladas en corriente alterna. Este dispositivo tiene otra función, sincronizar la onda generada con la de la red además debe garantizar que los paneles trabajen tan cerca del punto de máxima potencia como sea posible. (Pilatasig Montaluisa, 2015)

#### **1.4.10 Tipos de mantenimiento para un sistema fotovoltaico**

Este tipo de sistemas carecen del empleo de cualquier tipo de lubricantes o aceites ya que son instalaciones estáticas, al no emplearse ciertos líquidos mencionados estos no tienden a sufrir degradaciones excesivas como para realizar mantenimientos completos. Sin embargo, para obtener un buen funcionamiento de los equipos empleados dentro de los respectivos tiempos de vida útil se debe tomar medidas para reducir la vulnerabilidad de los mismos. (Pilatasig Montaluisa, 2015)

##### ***1.4.10.1 Plan de mantenimiento preventivo***

El mantenimiento preventivo consiste en la realización de revisiones y limpieza de equipos o de instalaciones, a través de ello garantizar un buen funcionamiento y fiabilidad de los mismos. A continuación, se detalla un plan de mantenimiento preventivo para la instalación de un sistema fotovoltaico:

- Revisar que no haya algún obstáculo que genere sombra sobre las celdas fotovoltaicas.

- Realizar limpiezas mensualmente de los respectivos paneles o a su vez luego de alguna lluvia de cenizas como, por ejemplo.
- Inspeccionar de forma minuciosa posibles degradaciones en las celdas.
- Anualmente se debe realizar controles de las características eléctricas del panel, es decir del estado de las conexiones.
- Revisar el estado de las estructuras de soporte de los paneles y a su vez reparar si se presenta alguna anomalía, así como desde un apretón de tornillerías si es necesario.
- Para asegurarse que todos los puntos del panel están dentro del rango de temperatura permitido es necesario realizar controles de temperatura mediante termografía infrarroja cada tres meses.
- Realizar comprobaciones de la caída de tensión.

#### ***1.4.10.2 Plan de mantenimiento correctivo***

Este mantenimiento se encarga de corregir los defectos observados en equipamientos o instalaciones. Este tipo de mantenimiento se ejecuta cuando se presentan daños de manera imprevista y a la vez se requiere de reparación inmediata. (Campos Fernández, 2012)

## **CAPÍTULO 2**

### **METODOLOGÍA**

Debido a la alta tasa de crecimiento del consumo de energías se ha visto de vital importancia desarrollar diferentes métodos para la obtención de estas, en este caso hemos decidido tomar como alternativa el uso de energía solar como fuente fotovoltaica para la generación de energía eléctrica en la reserva ecoturística “MAMA ANGELITA” ubicada en el cantón Naranjal. Nuestra propuesta se basa en realizar un estudio técnico económico que nos permita diseñar un sistema fotovoltaico capaz de satisfacer la demanda de energía en áreas donde no existe una buena predisposición de energía eléctrica, y un estudio

económico que nos permita conocer si el proyecto es viable con respecto al costo beneficio que este nos puede ofrecer a largo plazo.

Para obtener el diseño del sistema fotovoltaico se realizó visitas al complejo y a la vez un estudio visual a todo el lugar con el fin de determinar la mejor área en lo que respecta el dimensionamiento para la respectiva implementación de nuestro sistema dentro de la reserva eco turística.

## **2.1 Tipo y diseño de investigación**

Este proyecto de investigación está sustentado en el uso de energía solar como fuente fotovoltaica en instalaciones eco turísticas ubicadas en la reserva ecoturística MAMA ANGELITA, por la cual se considera una investigación de campo, ya que se realiza en el lugar donde se originó la problemática. También es considerada bibliográfica y documental, ya que se usaron documentos para la debida sustentación del marco referencial y teórico, logrando que se despeje cualquier duda que se pueda presentar en la ejecución del diseño de la propuesta

## **2.2 Método**

El método que se aplicó en el presente proyecto es el explicativo, razón por la cual este método nos permitió detallar causas y efectos con respecto a la investigación del uso de la energía solar en este sector y de esta forma se logrará cumplir los objetivos planteados.

### **2.2.1 Método de Análisis de Decisión Multicriterio (MADCM)**

Se estableció el método MADCM ya que nos permitió evaluar indicadores con criterios a distintas escalas, estos poseen valores los cuales ayudan a los investigadores a la toma de decisiones teniendo en cuenta los requerimientos del lugar donde se realizará el diseño, en este caso la reserva Mama angelita, este método nos ayudó a elegir qué sistema fotovoltaico es más viable tomando en cuenta los indicadores o factores de decisión.

### **2.2.2 Lista de cotejo**

Para fuentes fotovoltaicas existen dos tipos de sistemas utilizados habitualmente: los sistemas fotovoltaicos aislados y los sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica, la finalidad de esta técnica es identificar qué sistema es el más adecuado a nuestra propuesta tomando en cuenta distintos

factores como el costo, mantenimiento y operación entre otros. Estos fueron evaluados de forma cuantitativa y nos permitió analizar si cada uno de ellos se ajustaba al proyecto.

### 2.2.3 Tipos de sistemas a evaluar

Para escoger el sistema que se adecue a las necesidades de la finca Mama Angelita y que nos permita obtener mejores resultados, se analizaron dos sistemas: el aislado a la red y el conectado a la red eléctrica.

Tabla 2. Sistemas Fotovoltaicos

*La*

Tabla 2 muestra los diferentes sistemas fotovoltaicos

No.	Sistemas
1	Aislados a la red
2	Conectados a la red

### 2.2.4 Indicadores o factores de decisión

Para elegir uno de los dos sistemas se tomaron en cuenta cinco factores de decisión como: costo de inversión, mantenimiento y operación, instalación, limitación del área y ahorro económico; esto nos permite tener una valoración de cada uno de estos factores, el sistema de mayor puntuación será el más factible a utilizar.

#### **Peso relativo**

Para saber el nivel de importancia que tiene cada factor de decisión se le asigna un peso relativo, consta del 3 al 5 donde el 5 es el puntaje más elevado, lo que quiere decir que tiene mayor impacto, seguido encontramos que 4 es un nivel regular o intermedio y 3 es el que tiene menor incidencia al momento de escoger el sistema fotovoltaico.

Tabla 3. *Peso relativo*

La Tabla 3 muestra el peso relativo de cada factor de decisión

Factores de decisión	Peso relativo
Costo de inversión	5
Mantenimiento y operación	3
Instalación	4
Limitación del área	3
Ahorro económico	4

### **2.2.5 Tabla de evaluación**

Avanzando en el tema se realizó la demostración de una tabla general, llamada lista de cotejo, los dos sistemas están valorados con un puntaje del 1 al 5, el cual ha sido destinado por medio de las valoraciones obtenidas en lo investigado anteriormente, por otro lado también se tuvo el total que proviene del producto de la puntuación asignada por el peso relativo de los factores de decisión, por último se efectuó la suma de los productos permitiéndonos visualizar un margen de error mínimo a la hora de escoger la opción más viable para nuestra investigación, con un puntaje de 72 el sistema de mayor puntuación fue el aislado a la red eléctrica siendo este el sistema óptimo para la propuesta.

Tabla 4. Tabla de evaluación.

La Tabla 4 nos indica los puntajes obtenidos por cada sistema fotovoltaico

		Sistemas			
		Sistema aislado		sistema conectado a la red	
Factor de decisión	Peso relativo	Puntaje (1-5)	Total	Puntaje (1-5)	Total
Costo de inversión	5	4	20	3	15
Mantenimiento y operación	3	4	12	3	9
Instalación	4	3	12	2	8
Limitación del área	3	4	12	3	9
Ahorro económico	4	4	16	4	16
		Suma	72	Suma	57

## CAPÍTULO 3

### 3. PROPUESTA

De acuerdo con nuestro estudio visual se determinó realizar un sistema fotovoltaico para cada punto estratégico, es decir para la iluminación de la cancha sintética, el sendero y la casa del árbol

#### 3.1 Dimensionamiento para cancha sintética

Gracias a la evaluación realizada en el lugar se decidió utilizar 8 reflectores de 700W de potencia para la correcta iluminación de la cancha, con una autonomía estimada de 2 horas de iluminación por día, nos da como resultado un consumo de 24000Wh/día, esto se demuestra en el siguiente calculo;

$$C_{Diario} = A \times P_{Reflec} \times N_R \quad (1)$$

$$C_{Diario} = 2h \times 700 (W) \times 8 = 11200 \left( \frac{Wh}{dia} \right)$$

Donde:  $C_{Diario}$ = Consumo diario (Wh)

A= Autonomía

$P_{Reflec}$ = Potencia de Reflectores (W)

$N_R$ = # de Reflectores

Una vez calculado el consumo diario que tiene la cancha, procedemos a calcular el rendimiento fotovoltaico del panel solar a utilizar, para esto nos apoyaremos de un software en línea llamado Sistema de información geográfica fotovoltaica (PVGIS), este software contiene información geográfica detallada capaz de calcular el rendimiento mensual de los paneles en cualquier lugar donde el programa tiene acceso.

Para ello ingresaremos a la página de PVGIS <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis> e ingresaremos a PV Performance Tools.

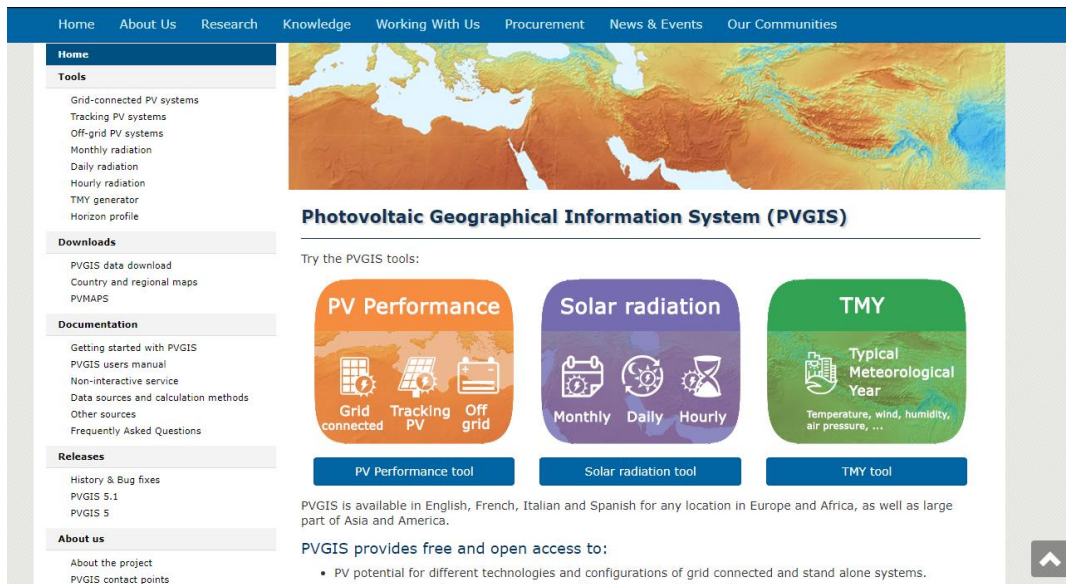


Ilustración 6. página de inicio pvgis Fuente: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

Luego de eso nos dirigimos al mapa y seleccionamos el lugar donde se posicionará nuestro sistema fotovoltaico, esto se hace para estimar el rendimiento en la zona de trabajo.

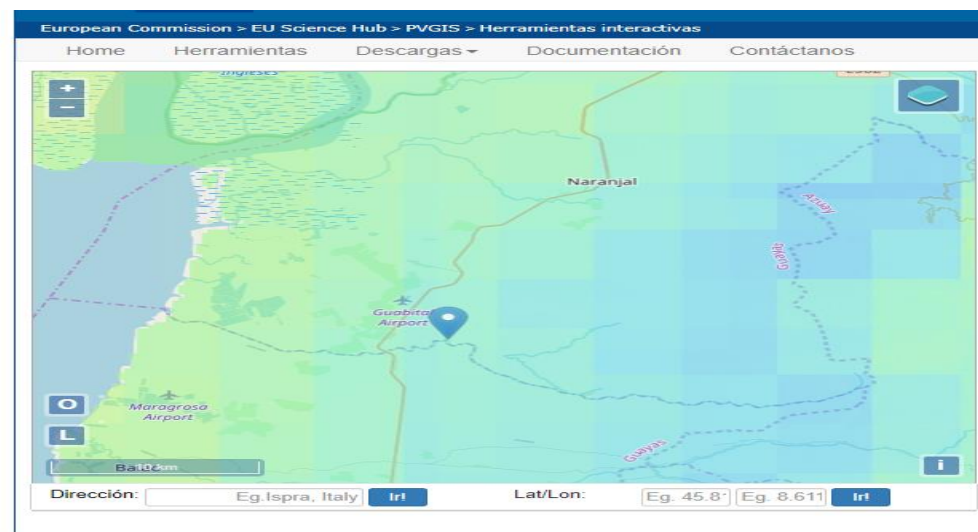


Ilustración 7. mapa geográfico Fuente: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

Como se observa en la figura hemos seleccionado el lugar más cercano al complejo, y con esto el software nos proporcionara la información necesaria.



Una vez seleccionada la ubicación se procede a llenar algunos parámetros que son necesarios para calcular el rendimiento.

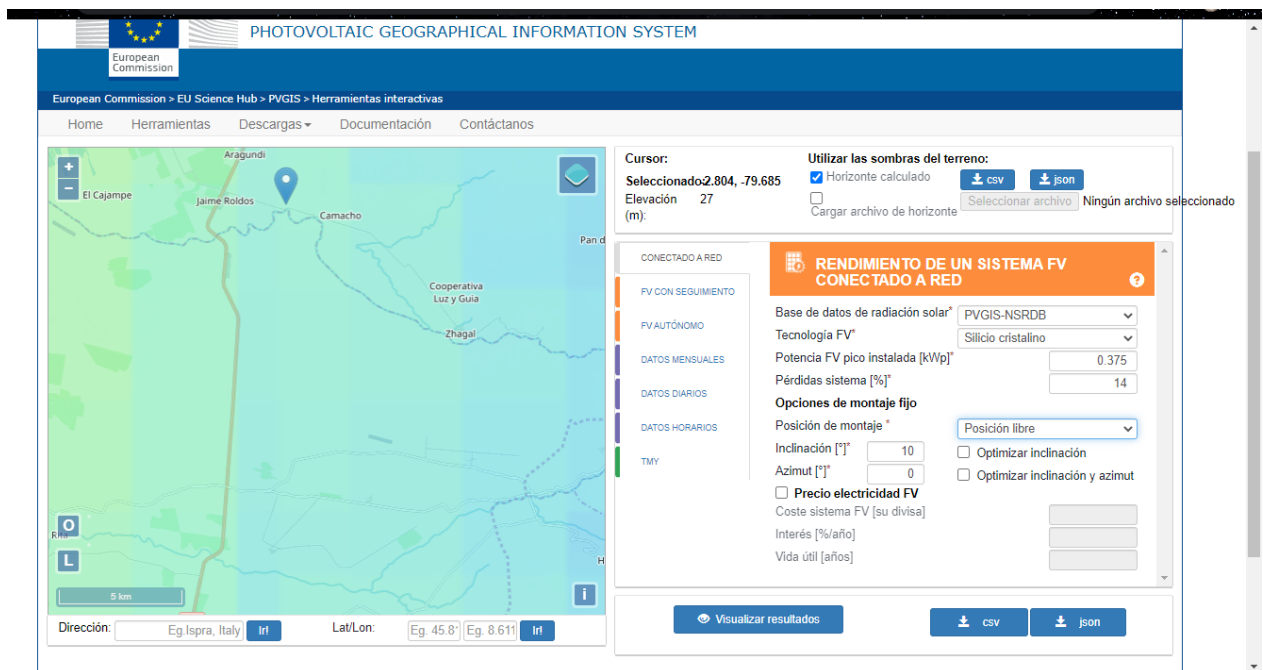


Ilustración 8. Parámetros necesarios Fuente: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

En este caso llenaremos la potencia pico instalada expresado en KWp, como los paneles poseen una potencia de 375W la conversión de este nos da 0.375KW, otro parámetro a variar es la inclinación, puesto que nuestro país se encuentra justo en la línea ecuatorial el grado de inclinación tiende a ser muy bajo rondando los 0 grados, pero para nuestro caso de aplicación hemos decidido una inclinación de 15 por cuestiones de autolimpieza y mantenimiento, seguido de esto visualizamos los resultados.



Ilustración 9. Resultados rendimiento mensual Fuente: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

Como se puede observar proporciona un gráfico con los rendimientos de cada mes del año para ello tomaremos el mes de menor producción para así garantizar que el sistema tenga la energía necesaria todo el año. Como resultado tenemos 21.78KW para el mes de junio, también debemos tener en cuenta que el consumo inicial de los reflectores es diario por lo que debemos fraccionar la producción fotovoltaica mensual a diaria, esto se logra dividiéndolo para los 31 días del mes;

$$R_{Diario} = \frac{21.78 \text{ KW}}{\text{mes}} \times \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ KW}} \times \frac{\text{mes}}{31 \text{ dias}} = 702.58 \left( \frac{\text{Wh}}{\text{dia}} \right) \quad (2)$$

Donde:  $R_{Diario}$  = Rendimiento diario de un panel solar (Wh)

Luego de este proceso hemos obtenido la producción diaria de nuestro panel solar de 375W, resultando 702.58Wh/día aproximadamente.

Para el cálculo del número de paneles solares se divide el consumo diario de los reflectores para la producción de nuestro panel solar, esto es;

$$N_{Pane} = \frac{C_{Diario}}{R_{Diario}} \quad (3)$$

$$N_{Pan} = \frac{11200 \text{ Wh}}{702.58 \text{ Wh}} = 15.94$$

Donde:  $N_{Pan}$  = # de Paneles

Como resultado tenemos que la cantidad de paneles requeridos para la cancha sintética son 16 aproximadamente.

### 3.1.1 Selección del regulador.

Para la selección del regulador primero es necesario cuantificar el número de paneles a usar y para ello definir el voltaje nominal con el que trabajara el sistema. Nuestro sistema está definido para 16 paneles, y se encuentra configurado en 8 hileras en paralelo y 2 en serie.

Con esta configuración tenemos un voltaje nominal del sistema de 48V y una corriente de salida de 77.12A, puesto que los paneles solares cuentan con un voltaje de 24V cada uno y una corriente máxima de potencia de 9.64A;

$$V_{Sist} = 2 \times 24 V = 48 (V) \quad (4)$$

$$C_{Sal} = 8 \times 9.64 = 77.12 (A) \quad (5)$$

Donde:  $V_{Sist}$  = Voltaje del Sistema

$C_{Sal}$  = Corriente de Salida del Sistema

Conocido estos dos factores podemos calcular cual es el amperaje mínimo que requiere nuestro regulador, esto se logra multiplicado la corriente de salida del sistema por 1.25;

$$C_{Regu} = 77.12 \times 1.25 = 96.4 (A) \quad (6)$$

Donde:  $C_{Regu}$  = Corriente del Regulador

Comercialmente se deberá adquirir un regulador de 100 (A) para nuestro primer sistema.

### 3.1.2 Distribución de paneles Solares

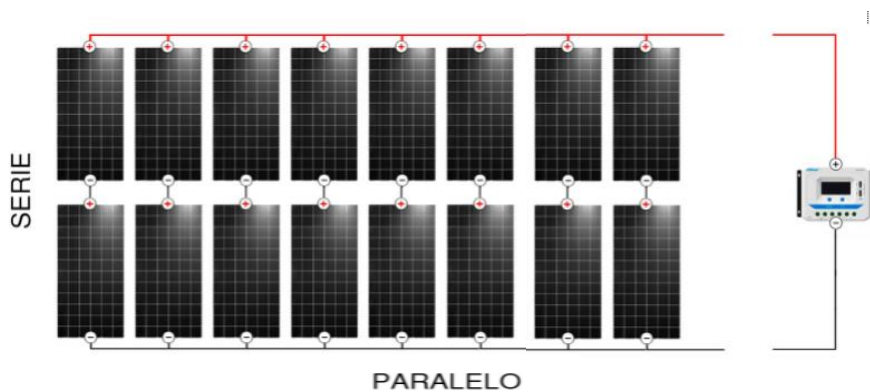


Ilustración 10. Configuración de paneles Fuente: propia

Como se puede observar el arreglo da como resultado 8 hileras en paralelo y 2 en serie

### 3.1.3 Banco de baterías

Para calcular el banco de baterías hay que tener en cuenta el consumo diario de los reflectores que es de 11200 (Wh), le asignaremos un factor de descarga con el fin de alargar la vida útil y evitar que se degrade la batería, el factor será del 50% y como resultado tenemos;

$$C_{Bateria} = \frac{11200 \text{ Wh}}{0.5} = 22400 \text{ (Wh)} \quad (7)$$

La capacidad de las baterías usualmente son medidas en amperios hora Ah, para obtener esta medida dividimos los 22400Wh para el voltaje del sistema;

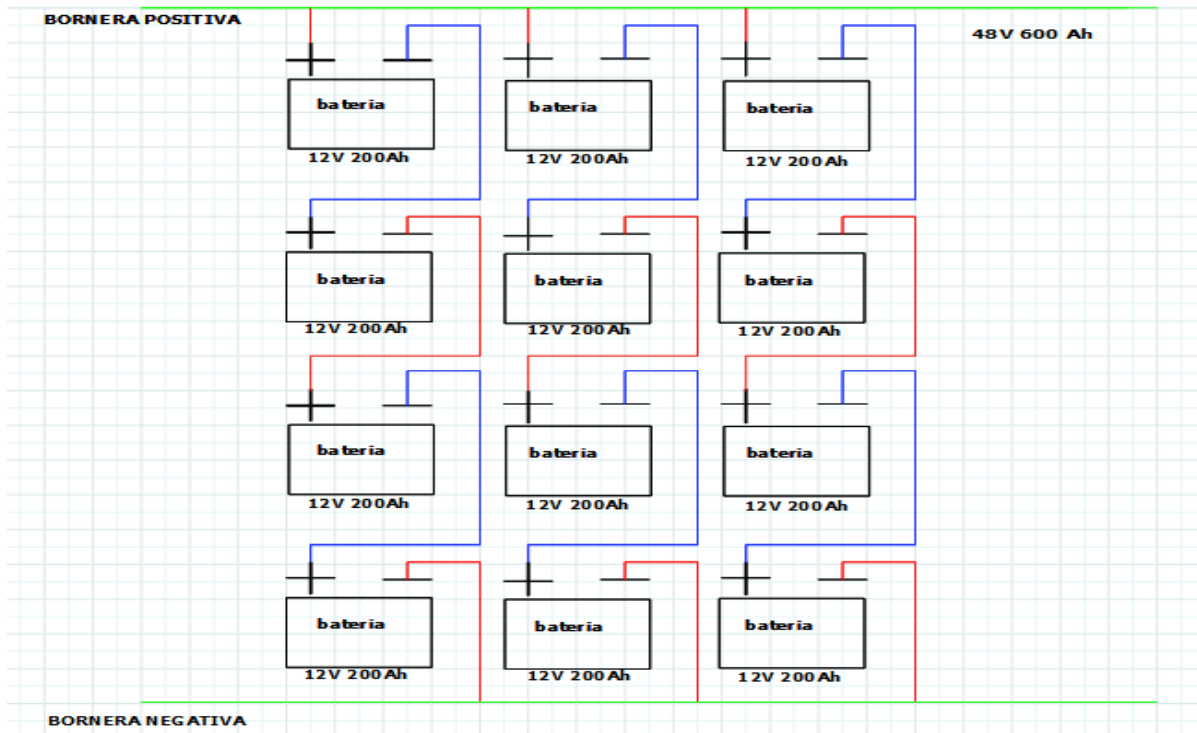
$$C_{Bateria} = \frac{22400 \text{ Wh}}{48 \text{ V}} = 466.66 \text{ (Ah)}$$

Donde:  $C_{Bateria}$  = Capacidad de Batería

Como se puede observar la capacidad necesaria es de 466.66 Ah, y teniendo en cuenta el sobredimensionamiento del sistema para que las baterías no bajen del 50% de descarga, lo configuraremos de la siguiente manera;

3 baterías de 200 (Ah) en paralelo y 4 baterías en serie, con esta configuración obtendremos 600 (Ah) y los 48 (V) del sistema.

### 3.1.4 Configuración de las baterías



*Ilustración 11. Configuración banco de baterías Fuente: propia*

### 3.1.5 Selección del inversor

Para la selección del inversor se debe multiplicar la potencia total que se va alimentar por 1.5, puesto que se le asigno un factor de seguridad del 50%. Otro punto importante es checar que

el voltaje nominal del inversor sea el mismo del sistema 48V y así mismo instalar uno para cada arreglo;

$$P_{Alime} = N_R \times P_{Reflec} \quad (8)$$

$$P_{Alime} = 8 \times 700W = 5600W$$

$$F_{Segu} = 50\% = 0.5 \quad (9)$$

$$P_{Inver} = P_{Alime} * 1.5 \quad (10)$$

$$P_{Inver} = 5600 W \times 1.5 = 8400 (W)$$

Donde:  $P_{Alime}$ = Potencia Total por Alimentar (W)

$F_{Segu}$  =Factor de Seguridad

$P_{Inver}$ = Potencia del Inversor (W)

La potencia necesaria para el sistema es de 8400 W, pero comercialmente encontraremos inversores de 8500W.

### 3.1.6 Cableado

Dependiendo del amperaje máximo que transita por cada tramo se establece las secciones de cable a utilizar;

Con ayuda de la tabla definimos cada sección de cable a utilizar, para la sección de los paneles solares a la caja de conexiones la corriente máxima del arreglo es de 77.12A con lo cual se estableció una sección de cable de 8 AWG. Véase en la figura 1

Al igual que la sección anterior para este tramo paneles-regulador transita 77.1A y se utilizara una sección de cable a 8 AWG.

Para el tramo del regulador a las baterías se maneja una corriente máxima de 100A correspondiente al regulador, tomando en cuenta que por seguridad se debe elegir el inmediato superior usaremos una sección de cable de 8 AWG.

Por último, en la sección del inversor hacia la batería se maneja una corriente de 187.5A resultado que se obtiene de la división de la potencia del inversor para el voltaje del banco de baterías;

$$C = \frac{8400W}{48} = 175 (A) \quad (11)$$

Donde: C= Corriente

Para esta sección también se utilizó 6 AWG.

### 3.1.7 Protecciones

Para precautelar la integridad de nuestro sistema se optó por utilizar fusibles, los cuales protegerán al sistema de sobrecargas. Estas van en función del amperaje por lo que se usarán fusibles de mínimo 200 (A) y 100 (A), estos irán colocados en tres secciones uno entre los paneles y el regulador, otro entre el regulador y el banco de baterías, por último, entre la batería y el inversor.

## 3.2 Dimensionamiento del sendero

Como segundo punto estratégico de iluminación tenemos el sendero, que es el lugar por el cual se debe pasar para poder llegar a la casa del árbol. La distancia estimada desde el inicio del sendero hasta el final en su punto más alto es de 300 metros, se colocarán focos alternados cada 20 metros en todo el trayecto.

### 3.2.1 Cálculo de paneles

Este sistema contara con 3 horas de autonomía y un consumo diario de 405 W con focos de 9W;

$$C_{Send} = N_F \times P_{Foc} \times A \quad (12)$$

$$C_{Send} = 15 \times 9 W \times 3 h = 405 \left( \frac{Wh}{dia} \right)$$

Donde: C<sub>Send</sub>= Consumo Diario Sendero

N<sub>F</sub>= # de Focos

$P_{Foc}$ = Potencia de Focos (W)

$A_S$ = Autonomía Sendero (h)

Para este sistema hemos incluido un panel solar de 150W, con ayuda de PVGIS calculamos el rendimiento mensual más bajo de 9.25KWh para el mes de junio y seguido de esto calculamos el rendimiento diario;

$$R_{Send} = \frac{9.25 \text{ KW}}{\text{mes}} \times \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ KW}} \times \frac{\text{mes}}{31 \text{ dias}} = 298 \left( \frac{\text{Wh}}{\text{dia}} \right) \quad (13)$$

$$N_{Send} = \frac{C_{send}}{R_{send}} = \frac{405 \text{ Wh}}{\frac{298 \text{ Wh}}{\text{dia}}} = 1.359 \quad (14)$$

Donde:  $R_{Send}$ = Rendimiento Diario Sendero (Wh/día)

$N_{send}$ = # de paneles Sendero

El número de paneles a usar equivale a 1.359, lo que resulta 2 paneles.

### 3.2.3. Selección del regulador

Como ya se vio anteriormente para seleccionar el regulador se debe conocer la corriente máxima de salida de los paneles y multiplicarlo por 1.25, el arreglo está definido para dos paneles en serie y uno en paralelo.

$$C_{RS} = 8.02A \times 1.25 = 10.025A \quad (15)$$

Donde:  $C_{RS}$ = Corriente de Regulador (A)

Podemos concluir que para este sistema basta un regulador de 24V y 10A aproximadamente.

### 3.2.4. Banco de baterías

$$C_{Send} = 405 \left( \frac{\text{Wh}}{\text{dia}} \right) \quad (16)$$



$$F_{DS} = 50\% = 0.5 \quad (17)$$

$$V_{SS} = 24 \text{ (V)} \quad (18)$$

$$C_{BS} = 405W \times \frac{2}{24 \text{ V}} = 37.5 \text{ (Ah)} \quad (19)$$

Donde:  $F_{DS}$ = Factor de Seguridad

$V_{SS}$ = Voltaje del Sistema (V)

$C_{BS}$ = Capacidad de Batería (Ah)

Como se puede observar necesitamos una batería de 37.5 (Ah).

### **3.2.5. Cableado**

Como ya se sabe la sección de cable depende del amperaje que se va manejar, para la sección de los paneles a la caja de conexiones y al regulador transita una corriente de 8.02A por lo que será necesario utilizar una sección de cable de 16AWG.

Para la sección de regulador a las baterías se maneja una corriente de 10A por lo que será necesario un cable de 16AWG.

### **3.2.6. Protecciones**

Para este sistema se utilizaron fusibles de 15A para proteger el sistema estos están ubicados entre los paneles solares y el regulador, otro entre el regulador y la batería.

## **3.3. Dimensionamiento de la casa del árbol**

Como último sistema tenemos a la casa del árbol ubicado en la parte más alta del recorrido de los tres sistemas, para este sistema se establecieron 6 focos ubicados en el pasillo de la casa del árbol hasta su interior y en su centro estará ubicada una lámpara que dote de más iluminación a la casita.

### **3.3.1. Cálculo de paneles**

Como se mencionó anteriormente para calcular el número de paneles es necesario saber cuál es nuestro consumo diario;

$$C_{DF} = A_F \times P_{Foc} \times N_F \quad (20)$$

$$C_{DF} = 4 \text{ h} \times 9 \text{ W} \times 6 = 216 \left( \frac{Wh}{\text{dia}} \right)$$

$$C_{DL} = A_L \times P_{Lam} \times P_L \quad (21)$$

$$C_{DL} = 4 \text{ h} \times 9 \text{ W} \times 1 = 36 \left( \frac{Wh}{\text{dia}} \right)$$

$$C_{DT} = \frac{216 \text{ Wh}}{\text{dia}} + \frac{36 \text{ Wh}}{\text{dia}} = 252 \left( \frac{Wh}{\text{dia}} \right) \quad (22)$$

Donde:  $C_{DF}$ = Consumo Diario de Focos (Wh/día)

$A_F$ = Autonomía Focos (h)

$P_{Foc}$ = Potencia de Focos (W)

$N_F$ = # de Focos

$C_{DL}$ = Consumo Diario de Lámparas (Wh/día)

$A_L$ = Autonomía de Lámparas (h)

$P_{Lam}$ = Potencia de Lámparas (W)

$N_L$ = # de Lámparas

Para este sistema usaremos el rendimiento que nos otorga el mismo panel solar del segundo sistema, este nos proporciona una producción de 298.38Wh/día lo que nos indica que un solo panel solar de 150W y 12V será capaz de satisfacer esta demanda energética.

### 3.3.2. Selección del regulador

La corriente de salida de nuestro sistema con un solo panel solar es de 8.02A, este valor será multiplicado por el factor 1.25 para saber la potencia máxima de corriente que necesita nuestro regulador;

$$C_{RA} = 8.02A \times 1.25 = 10.025A \quad (23)$$

Donde:  $C_{RA}$ = Corriente de Regulador

Como resultado tenemos que mínimo necesitamos un regulador de 10 A

### 3.3.3. Banco de baterías

$$C_{DT} = 252 \left( \frac{Wh}{dia} \right) \quad (24)$$

$$F_{DA} = 50\% = 0.5 \quad (25)$$

$$V_{SA} = 12V \quad (26)$$

$$C_{BA} = 252W \times \frac{2}{12V} = 42Ah \quad (27)$$

**Donde:**  $F_{DA}$ = Factor de Seguridad

$V_{SA}$ = Voltaje del Sistema (V)

$C_{BA}$ = Capacidad de Batería (Ah)

Como se puede observar necesitamos una batería de 42Ah, lo que comercialmente vendría ser una de 50A

### 3.3.4. Cableado

La corriente a transitar por el sistema es menor o igual a 10A por lo que será necesario utilizar una sección de cable calibre 16AWG mostrada en la figura.

## 3.4. Análisis económico

Teniendo en cuenta que el costo inicial de un sistema fotovoltaico en comparación a la energía ya existente es demasiado elevado, no resulta razonable de provecho económicamente instalar fuentes fotovoltaicas. Por otra parte, al instalar un sistema aislado resulta razonable pensar que la persona a cargo de la finca tendrá un pequeño sistema que genera su propia energía, asumiendo los gastos en construcción, instalación y de mantenimiento.

Para analizar un sistema fotovoltaico hay que tener en cuenta que se torna complicado comparar las fuentes no convencionales de las convencionales ya que estas poseen

características distintas si se toma en cuenta el impacto ambiental que tienen, su costo de generación y comercialización.

### **3.4.1. Análisis de costos de los sistemas fotovoltaicos**

El presupuesto asignado para una fuente solar fotovoltaica inicialmente es costoso, ya que los componentes a utilizar en este tipo de proyectos requieren de tecnologías de alto costo.

Nuestra propuesta está basada en un análisis económico donde se detalla los costos directos que comprenden el costo de materiales, la mano de obra y el transporte, también los costos indirectos donde se incluyó el mantenimiento y cualquier imprevisto que se pudiera suscitar en la realización del proyecto, y por último el costo total que muestra el resultado de la suma de los costos directos e indirectos.

### **3.4.2. Presupuesto cancha sintética**

#### ***3.4.2.1. Costos directos***

Nuestros costos directos están compuestos por 3 requisitos que son los materiales necesarios para la instalación, la mano de obra quien será encargada de instalar el sistema y el transporte.

A continuación se detalla cada

Costo de los materiales requeridos para la cancha sintética

*Tabla 5. Materiales*

La Tabla 5 detalla los Costos de los Materiales Requeridos para la Cancha Sintética

ITEMS	ARTÍCULO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (\$)
			(\$)	
<b>1</b>	Paneles	16	300	4800
<b>2</b>	Regulador	1	700	700
<b>3</b>	Baterías	12	300	3600
<b>4</b>	Inversor	1	1000	1000

<b>5</b>	Caja de conexiones	3	45	135
<b>6</b>	Cable	1	175	175
<b>7</b>	Fusibles	4	5	20
<b>8</b>	Soporte inclinado (Techo)	1	967	967
<b>9</b>	Reflectores	8	120	960
			<b>Total (\$)</b>	<b>1357</b>

*Tabla 6. Mano de obra*

La Tabla 6 detalla los Costos por Mano de Obra

<b>ÍTEM</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>h/HOMBRE</b>	<b>\$/h</b>	<b>TOTAL (\$)</b>
<b>1</b>	Asistente técnico	12	2.5	30
<b>2</b>	Técnico en electricidad	8	9	72
			<b>Total (\$)</b>	<b>102</b>

*Tabla 7. Transporte*

La Tabla 7 indica los Costos de Transporte de cada artículo

<b>ÍTEM</b>	<b>ARTICULO</b>	<b>NÚMERO DE VIAJES</b>	<b>VALOR (\$)</b>	<b>TOTAL (\$)</b>
<b>1</b>	Paneles	1	150	150
<b>2</b>	Regulador	1	5	5
<b>3</b>	Baterías	1	100	100

4	Inversor	1	10	5
5	Caja de conexiones	1	5	5
6	Cable	1	1	1
7	Fusibles	1	1	1
8	Soporte inclinado (Techo)	1	75	75
9	Reflectores	1	10	10
			Total (\$)	362

*Tabla 8. Costos Directos Totales*

La Tabla 8 detalla el total de los Costos Directos

ÍTEM	REQUISITOS	COSTOS (\$)
1	Materiales	12357
2	Mano de obra	102
3	Transporte	362
Total (\$)		12821

### **3.4.2.2. Costos indirectos.**

*Tabla 9. Costos Indirectos*

La Tabla 9 indica el Total de los Costos Indirectos

ÍTEM	DENOMINACIÓN	VALOR (\$)
1	Mantenimiento	30
2	Imprevistos	726

Total (\$)	756
------------	-----

Una vez obtenido nuestros costos directos e indirectos calculamos el costo total para nuestro sistema fotovoltaico.

*Tabla 10. Costo Total*

La Tabla 10 muestra el Total de la suma de los Costos directos e Indirectos

ÍTEM	DENOMINACIÓN	VALOR
1	Costos directos	12821
2	Costos indirectos	756
TOTAL (\$)		13577

### 3.4.3. Presupuesto sendero

#### 3.4.3.1. Costos directos

*Tabla 11. Materiales*

La Tabla 11 detalla el Costo de los Materiales Requeridos para el Sendero

ÍTEM	ARTÍCULO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
1	Paneles	2	130	260
2	Regulador	1	50	50
3	Baterías	1	100	100
5	Caja de conexiones	1	45	45
6	Cable	1	27	27
7	Fusibles	4	5	20
8	Soporte inclinado (Poste)	1	160	160
Total (\$)				662

Tabla 12. Mano de obra

La Tabla 12 detalla los Costos por Mano de Obra

ÍTEM	DENOMINACIÓN	h/HOMBRE	\$/h	TOTAL (\$)
1	Asistente técnico	3	2.5	7.5
2	Técnico en electricidad	2	9	18
			Total (\$)	25.5

Tabla 13. Transporte

La

Tabla 13 indica los Costos de Transporte de cada articulo

ÍTEM	ARICULO	NUMERO DE VIAJES	VALOR (\$)	TOTAL (\$)
1	Paneles	1	10	10
2	Regulador	1	5	5
3	Baterías	1	5	5
4	Inversor	1	5	5
5	Caja de conexiones	1	5	5
6	Cable	1	1	1
7	Fusibles	1	1	1
8	Soporte inclinado (Poste)	1	10	10
			Total (\$)	42



Tabla 14. Costos directos totales

La Tabla 14 detalla el total de los Costos Directos del Sendero

ÍTEM	REQUISITOS	COSTOS (\$)
1	Materiales	662
2	Mano de obra	25.5
3	Transporte	42
	Total (\$)	729.5

### 3.4.3.2. Costos indirectos

Tabla 15. Costos indirectos

La Tabla 15 indica el Total de los Costos Indirectos del Sendero

ÍTEM	DENOMINACIÓN	VALOR (\$)
1	Mantenimiento	5
2	Imprevistos	100
	Total (\$)	105

Tabla 16. Costo total

La Tabla 16 indica el Total de la Suma de Costos Directos e Indirectos del Sendero

ÍTEM	DENOMINACIÓN	VALOR (\$)
1	Costos directos	729.5
2	Costos indirectos	105
	Total (\$)	834.5

### 3.4.4. Presupuesto casa del árbol

#### 3.4.4.1. Costos directos.

Tabla 17. Materiales

La Tabla 17 detalla el Costo de los Materiales Requeridos para la Casa del Árbol

ÍTEM	ARTÍCULO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
1	Paneles	1	130	130
2	Regulador	1	50	50
3	Baterías	1	100	100
5	Caja de conexiones	1	45	45
6	Cable	1	27	27
7	Fusibles	4	5	40
8	Soporte inclinado (Techo)	1	160	160
Total (\$)				552

Tabla 18. Mano de obra

La Tabla 18 detalla los Costos por Mano de Obra de la casa del Árbol

ÍTEM	DENOMINACIÓN	h/HOMBRE	\$/h	TOTAL (\$)
1	Asistente técnico	2	2.5	5
2	Técnico en electricidad	2	9	18
Total (\$)				23

Tabla 19. Transporte

La Tabla 19 indica los Costos de Transporte de cada artículo para la Casa del Árbol

ÍTEM	ARTICULO	NUMERO DE VIAJES	VALOR (\$)	TOTAL (\$)
1	Paneles	1	5	5
2	Regulador	1	5	5
3	Baterías	1	5	5
4	Inversor	1	5	5
5	Caja de conexiones	1	5	5
6	Cable	1	1	1
7	Fusibles	1	1	1
8	Soporte inclinado (Techo)	1	10	10
			Total (\$)	37

Tabla 20. Costos directos totales

La Tabla 20 detalla el total de los Costos Directos de la Casa del Árbol

ÍTEM	REQUISITOS	COSTOS (\$)
1	Materiales	552
2	Mano de obra	23
3	Transporte	35
Total (\$)		610

### 3.4.4.2. Costos indirectos.

Tabla 21. Costo indirecto

La Tabla 21 indica el Total de los Costos Indirectos de la Casa del Árbol

ÍTEM	DENOMINACIÓN	VALOR
1	Mantenimiento	5
2	Imprevistos	80
	Total (\$)	85

Tabla 22. Costo total

La Tabla 22 indica el Total de la Suma de Costos Directos e Indirectos de la Casa del Árbol

ÍTEM	DENOMINACIÓN	VALOR (\$)
1	Costos directos	610
2	Costos indirectos	85
	TOTAL (\$)	695

### 3.5. Retorno de la inversión

Para este análisis se consideró la producción anual que nos aportaba cada sistema fotovoltaico con el fin de calcular cual era el ahorro que se tenía en la planilla de luz anualmente.

Ya que los costos de generación de energía fotovoltaica son más elevados que el los métodos convencionales, se puede decir el proyecto no sería económicamente viable, pues dicho costo afectaría de manera drástica el tiempo de retorno de la inversión.

Se conoce que los costos de adquisición para los sistemas fotovoltaicos están en 16334 \$ para el primer sistema, 898 \$ para el segundo y 736 \$ para nuestro último sistema.

Primero calcularemos el ahorro económico anual que nos presenta cada sistema fotovoltaico, sabiendo que el precio de la energía eléctrica según el pliego tarifario de Cnel. EP para niveles de voltaje de 201 a 250 es de 0.099 USD el KWh.

$$D_{ACan} = \frac{11200 \text{ Wh}}{\text{dia}} \times \frac{365 \text{ dias}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ KWh}}{1000 \text{ Wh}} = 4088 \left( \frac{\text{KWh}}{\text{año}} \right) \quad (28)$$

La demanda anual de nuestro primer sistema es de 4088 KWh/año, ahora usando el precio de la energía convencional calcularemos el ahorro anual que nos supone;

$$A_{Ecoc} = \frac{4088 \text{ KWh}}{\text{año}} \times 0.099 \$ = 404.712 (\$) \quad (29)$$

Donde:  $D_{ACan}$  = Demanda energética anual de la Cancha sintética

$A_{Ecoc}$  = Ahorro Económico de la Cancha sintética (\$)

Como se puede observar nuestro sistema nos ahorra 404.712 \$ anualmente, este es el precio que el dueño debería pagar cada año para poder iluminar la cancha sintética todos los días por 2 horas.

Usando el mismo análisis podemos averiguar la producción en dólares de nuestro sistema fotovoltaico, esto con el fin de verificar si se puede conseguir de alguna manera un ingreso extra.

$$P_{Canc} = \frac{702.58 \text{ Wh}}{\text{dia}} \times \frac{365 \text{ dias}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ KWh}}{1000 \text{ Wh}} \times 16 \text{ paneles} = 4103.067 \left( \frac{\text{KWh}}{\text{año}} \right) \quad (30)$$

Donde:  $P_{Canc}$  = Producción de la Cancha Sintética (KWh/año)

Como se puede observar nuestro sistema produce 4103.067 KWh/año, esto quiere decir que la producción de energía de nuestro sistema es mayor a la demanda que se requiere anualmente por lo que parte de la energía restante podría significar un pequeño ingreso.

$$P_{Dol} = \frac{4103.067 \text{ KWh}}{\text{año}} \times 0.099 \$ = 406.203 (\$) \quad (31)$$

Donde:  $P_{Dol}$  = Producción en dólares (\$)

Suponiendo que se podría vender la energía restante tendría un ingreso anual de;

$$I_{An} = 406.203\$ - 404.712 \$ = 1.1491 (\$) \quad (32)$$

Donde:  $I_{An}$  = Ingreso anual (\$)

El ingreso anual es mínimo, pero podría considerarse en un futuro donde el sector energético se encuentre más desarrollado.

Como ya se sabe al precio de la energía convencional nuestro sistema no es económicamente viable esto se demuestra en el cálculo siguiente;

$$T_{Recu} = \frac{C_{Tot}}{A_{Ecoc}} \quad (33)$$

$$T_{Recu} = \frac{13577 \$}{\frac{404.712 \$}{\text{año}}} = 33.54 (\text{años})$$

Donde:  $T_{Recu}$  = Tiempo de Recuperación de la Cancha Sintética (años)

$C_{Tot}$  = Costo total Primer Sistema (\$)

Sabiendo que el tiempo de vida de los paneles es de 25 años el sistema fotovoltaico no sería viable.

Para el segundo sistema determino la demanda anual del consumo energético y se procede a calcular el ahorro económico que nos representa el sistema en dólares;

$$D_{ASen} = \frac{405Wh}{dia} \times \frac{365dia}{año} \times \frac{1KWh}{1000Wh} = 147.825 \left( \frac{KWh}{año} \right) \quad (34)$$

$$A_{Send} = \frac{147.825 KWh}{año} \times 0.099 \$ = 14.634 (\$) \quad (35)$$

Donde:  $D_{ASen}$ = Demanda energética anual del Sendero

$A_{Send}$ = Ahorro Económico del Sendero (\$)

Como podemos ver el segundo sistema tiene un consumo anual relativamente bajo de 147.825 KWh, lo que en dólares nos representa 14.634 \$ al año, esta cifra es baja en relación al costo de inversión inicial por lo que se puede concluir que este sistema tendrá un tiempo de recuperación demasiado elevado.

$$T_{Send} = \frac{834.5 \$}{\frac{14.634 \$}{año}} = 57 (años) \quad (36)$$

Donde:  $T_{Send}$ = Tiempo de Recuperación del Sendero (\$)

Se determino la demanda energética anual de la casa del árbol y se procedió a calcular el ahorro económico que nos representa el sistema en dólares;

$$D_{Aca} = \frac{252 Wh}{dia} \times \frac{365 dia}{año} \times \frac{1 KWh}{1000 Wh} = 91.98 \left( \frac{KWh}{año} \right) \quad (37)$$

$$A_{Cas} = \frac{91.98 KWh}{año} \times 0.099 \$ = 9.106 (\$) \quad (38)$$

Donde:  $D_{ACa}$ = Demanda energética anual de la Casa del Árbol

$A_{Cas}$ = Ahorro Económico de la Casa del Árbol (\$)

Como podemos ver el segundo sistema tiene un consumo anual muy bajo de 91.98KWh, lo que en dólares nos representa 9.106 \$ al año, esta cifra es baja en relación al costo de inversión inicial por lo que se puede concluir que este sistema tendrá un tiempo de recuperación excesivamente elevado.

$$T_{Cas} = \frac{695 \$}{\frac{9.106 \$}{año}} = 76.32 \text{ (años)} \quad (39)$$

Donde:  $T_{Cas}$ = Tiempo de Recuperación de la Casa del Árbol (\$)

### 3.6 Plan de instalación y mantenimiento preventivo de los paneles solares.

Plan de instalación de los paneles solares en las instalaciones ecoturísticas Mamá Angelita

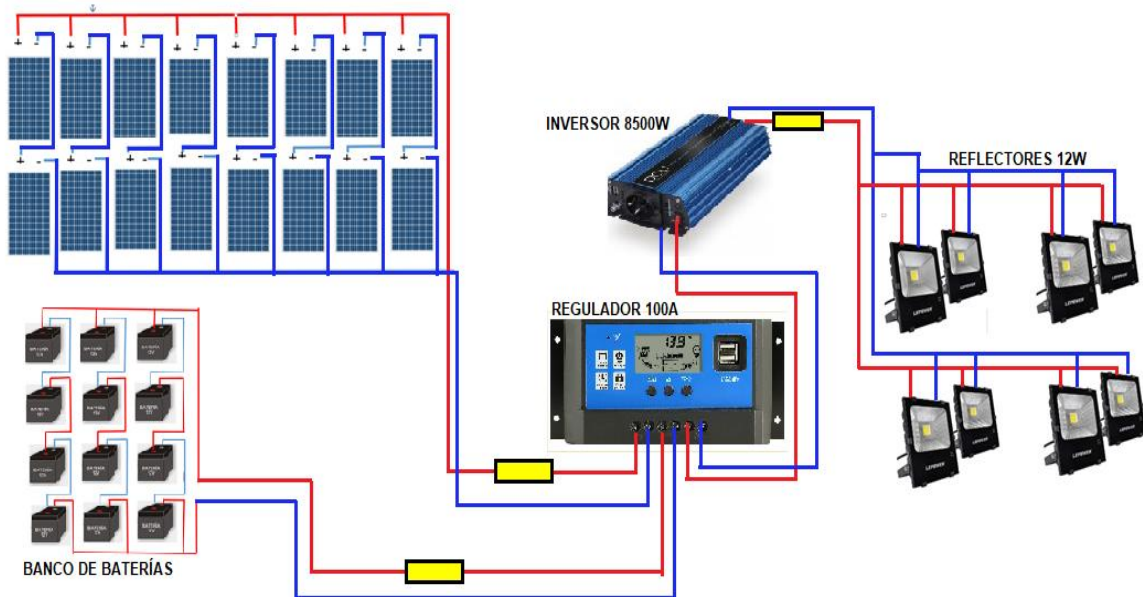


Ilustración 12. Esquema de instalación para la cancha sintética. Fuente propia.



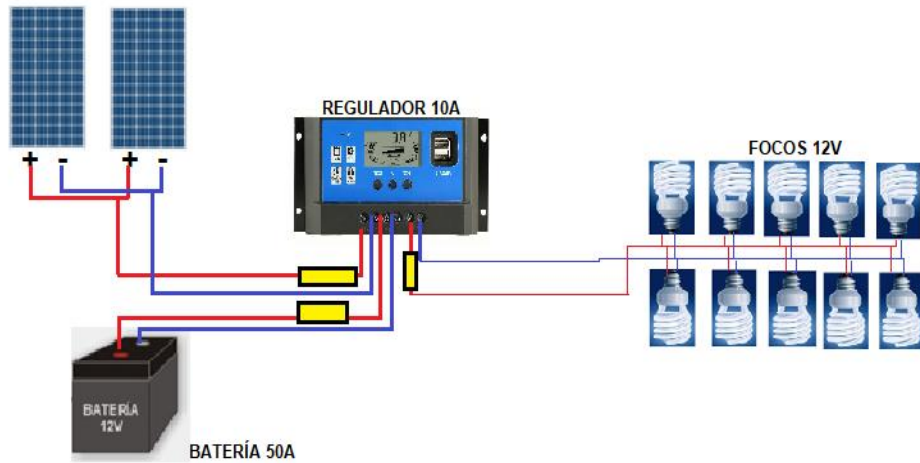


Ilustración 13. Esquema de instalación para el sendero. Fuente propia.

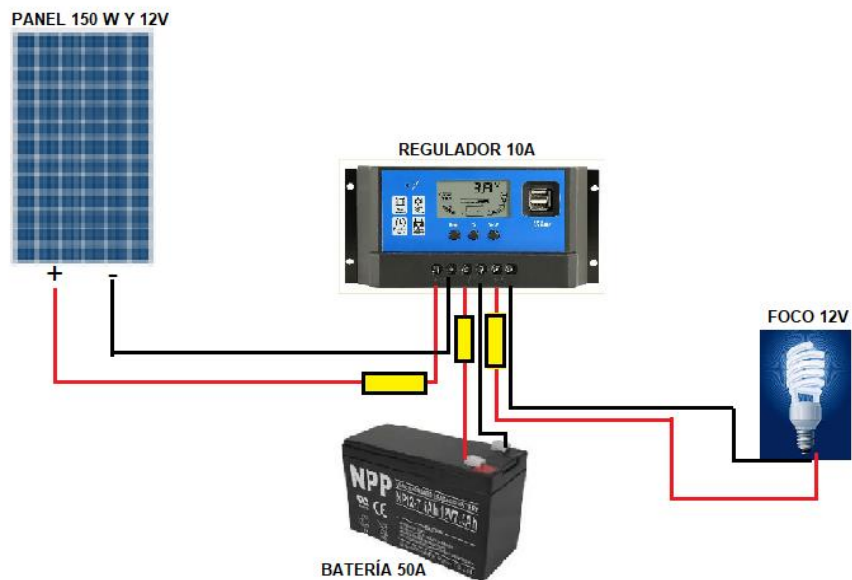


Ilustración 14. Esquema de instalación para la casa del árbol. Fuente propia.

✓ **Montar el soporte.**

En primera instancia para la cancha sintética se procede a ubicar los respectivos soportes en la superficie determinada. En el caso de la casa del árbol, el soporte será montado en el techado de la casa para ubicar el panel necesario y para el sendero se empleará un poste para montar los dos paneles respectivos

✓ **Fijar los paneles solares.**

Una vez que se ha fijado de forma segura los soportes, se procede a ubicar y a la vez a fijar los paneles solares en el soporte, se debe verificar que el panel no haya sufrido algún daño por los pernos.

✓ **Conectar los cables del panel**

Se debe medir la longitud del cable que en sí se va a utilizar, es decir se debe tener lo suficiente para conectar del panel solar a los respectivos reguladores, además con la ayuda de la herramienta conocida como alicata se procede a pelar los extremos del cable. Se recomienda identificar los polos y a través de un multímetro se procede a verificar que tanto el voltaje como el amperaje estén bien. A continuación, se procede a ajustar el cable a los contactos indicados y a la vez se debe asegurar que el cable no pueda zafarse.

Para la cancha sintética se empleará 36 paneles y será configurado en 18 hileras en paralelo y dos en serie.

Se requiere de dos paneles para el sendero que conduce a la casa del árbol, en este caso la configuración de los paneles solares será en serie.

Para el caso de la casa del árbol se requiere de un panel solar de 150W y 12V.

✓ **Orientación**

La inclinación de los paneles solares es primordial dentro de la instalación. En primera instancia para obtener una adecuada inclinación se empieza determinando las coordenadas como tal. Se puede terminar mediante el empleo de las manos, es decir, apuntar hacia donde sale el sol con la mano derecha y así mismo con la mano izquierda se procede a apuntar al lado donde se esconde, de esta forma se determina que el frente de ello corresponde el norte.

✓ **Ausencia de sombras**

Al momento de realizar la instalación se debe tomar en cuenta que no haya algún tipo de objeto que impida el paso de los rayos hacia los paneles solares.

✓ **Instalación del regulador de carga**

En primera instancia se recalca que el regulador se debe instalar en un punto seguro y a la vez fuera de humedad, de esta forma se asegura un adecuado funcionamiento.

Para la cancha sintética se requiere de dos reguladores de 110A, cada uno será configurado con 9 paneles en paralelo y dos en serie.

Para el caso del sendero se requiere de un regulador de 24V y 10A, la configuración está definido para dos paneles en serie y uno en paralelo.

En el caso de la casa del árbol se requiere de un regulador de 10A.

✓ **Fijación del regulador en el tablero de control**

Para proceder a ubicar el regulador en el respectivo tablero de control es importante considerar el espacio necesario para poder realizar el cableado y se asegura fijando con los pernos necesarios.

✓ **Instalación de la batería**

Las baterías deben ser instaladas en un espacio en el cual no se encuentren expuesto a lluvias o a los mismos rayos solares.

Para el caso de la cancha sintética las baterías serán instaladas dentro del techado del graderío y se debe configurar cinco baterías en paralelo y cuatro baterías en serie para cada regulador.

Para la casa del árbol, las baterías serán instaladas dentro de la casa misma y se requiere de una batería de 50A.

En el caso del sendero que conduce a la casa del árbol se empleará una cubierta, para proteger a las baterías correspondientes, para este caso se requiere de una batería de 37.5Ah.

Una vez instalada la batería y las borneras el siguiente paso corresponde conectar al controlador de carga los extremos libres de los conductores eléctricos.

✓ **Conexión de los inversores a la batería**

La presencia de los inversores en el sistema es sumamente importante, estos protegen de las posibles descargas que se pueden presentar.

✓ **Conexión del panel fotovoltaico**

Para iniciar la respectiva conexión entre el panel fotovoltaico con el regulador se debe primero conectar el polo negativo y luego el polo positivo.

✓ Establecer el cableado necesario a emplear, para ello es importante realizar un esquema en el cual se observe la distribución del lugar en este caso de la cancha sintética. En el esquema se detalla la ubicación de los tomacorrientes, los interruptores y de las mismas luminarias.

✓ **Conexión de los tomacorrientes**

Se debe pasar los bornes posteriores del tomacorriente y ajustarlos de forma adecuada. A continuación, se coloca la tapa y se procede a ajustar la caja de paso. Para la instalación de los interruptores de control se repite los mismos pasos que se realiza para la instalación de los tomacorrientes.

✓ **Conexión de las luminarias**

Por medio de los bornes de las respectivas portas lámpara se procede a pasar los conductores y se debe ir ajustando adecuadamente con la ayuda de los conocidos destornilladores. Posteriormente se inicia a colocar la porta lámpara. Para el caso de la cancha sintética se empleará ocho reflectores de 150 W.

Tanto para el sendero como para la casa del árbol se empleará focos de 9 vatios.

Es importante recalcar que para el caso del sendero los focos serán instalados cada 20 metros de distancia de forma alternada.

✓ **Puesta a tierra**

Para este paso se recomienda a realizar un pozo con las siguientes medidas de 2m x 1m x 1m en el cual se debe instalar el electrodo. Una vez que esté listo el respectivo pozo con las medidas recomendadas se procede a ubicar el electrodo al igual que cable helicoidal. Se inicia preparando el electrodo y a la vez ajustando el cable de cobre a un extremo del electrodo, posteriormente se realiza espiral con el objetivo de poder cubrir por completo el tamaño del electrodo.

✓ **Agregación de Aditivo**

El gel aditivo es sumamente importante para los sistemas de puesta a tierra, consiste en colocar el aditivo al pozo mediante capas ligeras seguido de capas de tierra orgánica.

✓ **Conectar el cable de acometida**

Para culminar la instalación se conecta el cable de acometida al electrodo de cobre.

### **3.6.1 Mantenimiento preventivo de los paneles solares**

✓ **Limpieza periódica del panel**

Se cabe recalcar que la suciedad que se pueda acumular en los paneles puede presentarse reducciones de rendimiento de los mismos.

Para ello lo recomendable es realizar este tipo de tarea cada mes. Así mismo se debe tener consideración en cuanto a las horas centrales. De esta forma se logra evitar los posibles cambios bruscos que se pueden presentar entre el agua a emplear y los paneles solares.

✓ **Inspección visual a los paneles solares**

Se debe asegurar que ninguna cedula de los respectivos paneles se encuentren en mal estado, por ejemplo, verificar que los cristales no se encuentren rotos.

✓ **Control de la temperatura**

Es importante controlar la temperatura y mucho más mediante termografía infrarroja, de esta forma se asegura que ningún punto del panel se encuentre fuera de rango. Es recomendable hacer este control cada tres meses especialmente en la temporada de verano.

✓ **Control de las características eléctricas del panel**

Se debe revisar el estado en general de las conexiones tales como, revisar que haya ausencia de oxidaciones en los circuitos, comprobar tanto el estado y la adherencia de los respectivos cables de lo que corresponde a los terminales de los paneles.

✓ **Inspección a las estructuras de los paneles**

Este tipo de inspección se debe realizar anualmente y consiste en comprobar posibles degradaciones tales como grietas o deformaciones, verificar las condiciones de la estructura en cuanto respecta la fijación de la misma, es decir que se encuentre correctamente apretada lo que respecta la tornillería en caso de no ser así se debe proceder a realizar los aprietes necesarios de los mismos así mismo se debe comprobar que los módulos estén bien fijados en la estructura.

✓ **Inversores**

Es importante realizar inspecciones y verificar que no haya la presencia de polvo, suciedad y humedad, en caso de presentarse lo mencionado es sumamente fundamental proceder a limpiar el inversor tomando todas las medidas pertinentes. También es importante verificar y asegurarse de la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico respectivo. Otro

punto es comprobar que no exista descoloración o alteraciones en cuanto a los bornes.

Un aspecto más con respecto a los inversores es la verificación de la correcta ventilación del mismo (ventiladores, filtros y disipadores) para que el sistema de refrigeración funcione adecuadamente.

✓ **Baterías**

Revisar que las baterías no se encuentren rotas, se debe asegurar que el nivel de voltaje de las baterías sea adecuado. Es importante revisar el regulador de voltaje, de esta forma se asegura el estado de carga de las baterías.

Las baterías se deben mantener limpias, en caso de no ser así se procede a limpiar con lija fina las borneras. Otro punto importante es verificar que los conectores se encuentren bien sujetos. Todos los aspectos mencionados se deben realizar cada mes.

✓ **Revisión de las instalaciones internas.**

La revisión del cableado en general es sumamente importante, por ello se debe asegurar que el cableado se encuentre bien ajustado y que no se encuentre roto. Además, es indispensable revisar el estado tanto de los tomacorrientes como de los interruptores, en caso de presentar daños se procede a repararlo o sustituirlo.

## CONCLUSIONES

Por medio de las visitas realizadas se logró identificar las áreas más relevantes y a la vez los lugares adecuados para realizar una correcta implementación de los sistemas fotovoltaicos. Mediante la implementación de los sistemas fotovoltaicos, el centro ecoturístico tendrá mayor atracción por el aspecto de la generación de energía limpia en las tres áreas como son la cancha sintética, la casa del árbol y el sendero que lo conduce hasta allí.

Gracias al estudio realizado se pudo concluir que el sistema fotovoltaico aislado es la mejor opción para poder suplir la demanda energética, esto se comprobó aplicando el método de análisis de decisiones multicriterio.

Con el análisis económico realizado se pudo evidenciar que los costos de inversión iniciales son muy elevados con respecto a la necesidad que se quiere suplir, en este caso la demanda energética, por ende, se concluyó que los sistemas no son económicamente viables, teniendo un retorno de inversión bajo y un tiempo de recuperación elevado. Hay que tener en cuenta que este tipo de proyectos son novedosos y se consideran una alternativa eco amigable para el medio ambiente, siendo este un potencial atractivo turístico para la “Finca Mama Angelita”. Por tales motivos se puede concluir que el proyecto generaría un impacto muy positivo en la parte turística y traería beneficios a largo plazo.

En definitiva, se realizó un plan de instalación y mantenimiento preventivo de los paneles, por ello se concluye que al aplicar estos planes el proceso tanto de instalación como de mantenimiento serán menos complicados de realizar.



## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda verificar el estado de los paneles solares y cada uno de los elementos a emplear que se encuentren en buen estado antes de realizar las respectivas instalaciones.

El encargado del centro ecoturístico debe realizar de manera responsable en cuanto al tema del mantenimiento preventivo de los sistemas fotovoltaicos, de esta forma se asegura el tiempo de vida útil de cada uno de los elementos empleados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arevalo, H. (2016). Análisis técnico y económico para la implementación de energía solar para viviendas de la urbanización Cataluña. (*Tesis de Grado*). Universidad catolica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil.
- ARROBA, A. (2017). Análisis técnico y económico para el uso del sistema fotovoltaico en la Facultad de Ingeniería Industrial. (*Trabajo de Titulación*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- BLOG SFERA Proyecto Ambiental, S.L. (05 de Enero de 2020). Obtenido de [Entrada de blog]: <https://sferaproyectoambiental.org/2020/05/01/la-economia-circular-y-la-energia-renovable/>
- Bravo, F. J. (2002). LA INTEGRACION ECONOMICA Y TERRITORIAL DE LAS ENERGIAS Y LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA. (*Tesis Doctoral*). Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- BYRON ANDRES MORA VILLAO, R. A. (2020). APLICACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN EL CENTRO DE COMPUTO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS. *PROYECTO DE TITULACION*. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, GUAYAQUIL.
- Campos Fernández, M. (2012). *PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 500kW SOBRE LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE SEVILLA*. [Tesis de grado], Escuela Técnica Superior de Ingeniería, España. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5074/fichero/Volumen+5%252F9.+Manual+de+Mantenimiento.pdf>
- Carballo, G. A. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. *Revista Electronica de Veterinaria*, 17. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456002.pdf>

Chavez, M. (2012). Proyecto de Factibilidad Para Uso de Paneles Solares en Generación Fotovoltaica de Electricidad en el Complejo Habitacional “San Antonio” de Riobamba. (*Tesis de Grado*). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba.

Codigofacilito. (27 de junio de 2018). *PLATAFORMAS EN JAVA*. Obtenido de Codigofacilito: <https://www.codigofacilito.com/articulos/ediciones-java>

Dcodingames. (19 de febrero de 2019). *Ediciones de Java*. Obtenido de Dcodingames: <https://dcodingames.com/versiones-y-ediciones-de-java/>

Diego Ivan Lojano Chancha, O. D. (2013). Análisis técnico-económico para la generación de energía solar fotovoltaica en el Ecuador y su conexión a la red pública, basada en el artículo 63 de la regulación No. CONELEC-004/11. *Tesis de Pregrado*. Universidad de Cuenca, Cuenca.

eltierrero. (23 de mayo de 2020). *Instalan La Primera Planta Solar Que Transforma El Agua De Mar En Agua Potable*. Obtenido de El Tierrero: <https://eltierrero.com/?p=1993&fbclid=IwAR3QDTBsiATqgsGW-YdoFaiWU5MvEZ1cFV8I3FZcBZIfsvJ0MjUpoTfxfuM>

Esclapés Jover, J. (2012). *Adaptabilidad de la energía solar fotovoltaica sobre fachadas urbanas*. Tesis doctoral, Universidad de Alicante, Alicante. Obtenido de [file:///C:/Users/Hp/AppData/Local/Temp/tesis\\_francisco\\_javier\\_esclapes.pdf](file:///C:/Users/Hp/AppData/Local/Temp/tesis_francisco_javier_esclapes.pdf)

Esclapés Jover, J. (2012). *Adaptabilidad de la energía solar fotovoltaica sobre fachadas urbanas*. Tesis doctoral, [file:///C:/Users/Hp/AppData/Local/Temp/tesis\\_francisco\\_javier\\_esclapes.pdf](file:///C:/Users/Hp/AppData/Local/Temp/tesis_francisco_javier_esclapes.pdf), España. Obtenido de [file:///C:/Users/Hp/AppData/Local/Temp/tesis\\_francisco\\_javier\\_esclapes.pdf](file:///C:/Users/Hp/AppData/Local/Temp/tesis_francisco_javier_esclapes.pdf)

Fernández, O. B. (2004). Características del lenguaje. En O. B. Fernández, *Introducción al lenguaje de programación Java* (pág. 6). Mexico.

Ismael Fernando Izquierdo Torres, M. G. (2017). Evaluación de la eficiencia de paneles solares como sistema de captación de energía para edificaciones del area urbana de Cuenca. *Trabajo de*

titulación. Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/27386>

J. González, L. E. (2016). Sistemas de producción y potencial energético de la energía mareomotriz (Production systems and energy potential of tidal energy). *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 16(1). Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/Sistemas-de-producci%C3%B3n-y-potencial-energ%C3%A9tico-de-la-Gonz%C3%A1lez-Gonz%C3%A1lez/a9e6667c7e25214501cdf420f9ff5ad367f2374b>

KATHERINE ORJUELA VELASQUEZ, J. H. (2019). EVALUACION TECNICO - FINANCIERA DEL USO DE PANALES SOLARES EN UN SISTEMA DE BOMBEO MECANICO, COMO ESTRATEGIA PARA LA OPTIMIZACION DE LA EFICIENCIA Y LOS COSTOS OPERATIVOS. *PROYECTO INTEGRAL DE GRADO*. FUNDACION UNIVERSIDAD AMERICANA, BOGOTA.

Lastra Bravo, X., Coloma Martínez, J. G., Espinosa Jarrín, D., & Herrera Ronquillo, F. (2015). *Las energías renovables en la actividad turística. Innovaciones hacia la sostenibilidad*. Artículo, Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5150/1/Las%20energ%C3%ADas%20renovables%20en%20la%20actividad%20tur%C3%ADstica.%20Innovaciones.pdf>

Núñez Zúñiga, T., & Cruz Ornetta, V. (Diciembre de 2013). DISEÑO DE SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA- APLICACIÓN EN EL PERÚ. *PAIDEIA XXI*, 160-170. Obtenido de <file:///C:/Users/Hp/AppData/Local/Temp/935-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2055-1-10-20170918.pdf>

Olsson, K. A. (2019). Diseño de sistemas fotovoltaicos flotantes de desalacion y bombeo para regadío. *Trabajo de fin de Master*. Universidad Politecnica de Cartagena, Cartagena. Obtenido de <https://repositorio.upct.es/handle/10317/8197>

Partridge, T. (29 de Enero de 2021). *Open Democracy*. Obtenido de <https://www.opendemocracy.net/es/proyecto-solar-el-aromo-puede-impulsar-energias-renovables-ecuador/>

Partridge, T. (29 de Enero de 2021). *OpenDemocracy*. Obtenido de [Entrada de blog]: <https://www.opendemocracy.net/es/proyecto-solar-el-aromo-puede-impulsar-energias-renovables-ecuador/>

Pilatasig Montaluisa, A. D. (2015). *EVALUACION DE LA CALIDAD DE ENERGIA ELECTRICA EN INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A LA RED DE BAJO VOLTAJE*. [Tesis de grado], Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8161/6/UPS%20-%20KT01029.pdf>

Ramón Soliz, A., & Pineda Erreyes, R. (2015). *ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DE LOS ACUMULADORES DE ENERGÍA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO EXISTENTE EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA*. [TESIS DE GRADO], UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE CUENCA, CUENCA. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7945/1/UPS-CT004799.pdf>

regulacionelectrica.gob.ec, C. (4 de 4 de 2021). *Regulacion No. CONELEC-004/11*. Obtenido de Archivo PDF: [https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/CONELEC\\_004\\_11\\_ERNC.pdf](https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/CONELEC_004_11_ERNC.pdf)

Salazar Peralta, A., Pichardo S, A., & Pichardo S, U. (Septiembre de 2016). La energía solar, una alternativa para la generación de energía renovable. *Revista de Investigación y Desarrollo*. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Investigacion\\_y\\_Desarrollo/vol2num5/Revista\\_de\\_Investigaci%c3%b3n\\_y\\_Desarrollo\\_V2\\_N5\\_2.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Investigacion_y_Desarrollo/vol2num5/Revista_de_Investigaci%c3%b3n_y_Desarrollo_V2_N5_2.pdf)

Sánchez Galarza, G. (2014). *Diseño y construcción de una trituradora de papel ecológica eléctrica alimentada por energía solar*. [Tesis de grado], Universidad Internacional del Ecuador, Quito. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/615/1/T-UIDE-0565.pdf>

Sebastian, S. A. (Diciembre de 2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica.

Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *CIENCIA E INGENIERÍA*, 30. Obtenido de

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-)

[22532017000300263&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-22532017000300263&lang=es)

SMART ENERGY. (30 de Noviembre de 2020). *World Energy Trade*. Obtenido de [Entrada de blog]:

<https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/energia-solar/ecuador-podria->

[alcanzar-una-capacidad-de-400mw-de-energia-solar-fotovoltaica-para-2030](https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/energia-solar/ecuador-podria-alcanzar-una-capacidad-de-400mw-de-energia-solar-fotovoltaica-para-2030)

Urdiales Flores, D. (2014). *GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN ETAPAS DE*

*PREINSTALACIÓN, INSTALACIÓN, FUNCIONAMIENTO Y RETIRO DE LOS SISTEMAS*

*FOTOVOLTAICOS DE LA SEGUNDA ETAPA DEL PROYECTO YANTSA ii ETSARI EN LA*

*EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A.* [Tesis de grado], Universidad de

Cuenca,

Cuenca.

Obtenido

de

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/19855/1/TESIS.pdf>

Washington Eduardo Guastay Cajo, E. A. (Septiembre de 2020). EL USO DE LA ENERGÍA

HIDRÁULICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA COMO

ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL EN EL ECUADOR.

*UNIVERSIDAD, CIENCIA y TECNOLOGÍA*, 24(104). doi:10.47460/uct.v24i104.363

## ANEXOS

Ajuste del dispositivo contra sobrecorriente (Amperes)	Tamaño			
	Cobre		Aluminio o aluminio con cobre	
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
7	0.824	18	-	-
10	1.31	16	-	-
15	2.08	14	-	-
20	3.31	12	-	-
60	5.26	10	-	-
100	8.37	8	-	-
200	13.3	6	21.2	4
300	21.2	4	33.6	2
400	33.6	2	42.4	1

*Ilustración 15 Tabla Orientativa Fuente: Teraelectronics.*



*Ilustración 16. Visualización de cancha sintética*



*Ilustración 17 Visualización del sendero*





*Ilustración 18. Visualización de la casa del árbol*



*Ilustración 19. Recolección de datos*