



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**TÈSIS DE POSTGRADO**

**PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA  
SOLAR FOTOVOLTAICO AISLADO EN MARCOVIA,  
CHOLUTECA**

**SUSTENTADO POR:**

**ASTRID ELVIR OYUELA**

**HANY PAMELA FLORES ANTÚNEZ**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS, C.A.**

**ENERO 2016**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTINEZ**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**MARLON BREVÉ REYES**

**DECANO FACULTAD DE POSTGRADO**

**JOSE ARNOLDO SERMEÑO**

**PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA  
SOLAR FOTOVOLTAICO AISLADO MARCOVIA, CHOLUTECA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

**MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**WENDY CHAVEZ**

**ASESOR TEMÁTICO**

**OSWALDO SEVILLA LÓPEZ**

**MIEMBROS DE LA TERNA**

**JORGE CENTENO**

**CARLOS ZELAYA OVIEDO**

**MARIO ALBERTO GALLO**



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

### **PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO AISLADO MARCOVIA, CHOLUTECA**

**ASTRID ELVIR OYUELA Y HANY PAMELA FLORES ANTUNEZ**

#### **Resumen**

El presente documento se ha elaborado para demostrar la efectividad de un proyecto piloto solar fotovoltaico aislado en viviendas económicas, que se ha convertido en una alternativa de sostenibilidad y factibilidad económica como plan de electrificación rural para las comunidades que no tienen acceso de la energía eléctrica o no cuentan con recursos para poder extender la línea de distribución hasta sus viviendas. En este proyecto se plantea la implementación de un sistema solar fotovoltaico aislado en viviendas de escasos recursos en la comunidad de Marcovia; de igual manera se obtuvieron datos estadísticos de la situación actual del caserío con el objetivo de determinar el potencial solar de la zona que será utilizado para la generación de energía eléctrica. Así mismo se plantea un mecanismo de organización de los habitantes del caserío para que puedan administrar y dar mantenimiento a los sistemas instalados en sus viviendas de residencia.

**Palabras claves:** Electricidad, Insolado, Paneles, Fotovoltaico, Piloto, Proyecto, Solar



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR  
FOTOVOLTAICO AISLADO MARCOVIA, CHOLUTECA**

**ASTRID ELVIR OYUELA Y HANY PAMELA FLORES ANTUNEZ**

**Abstract**

This document has been prepared to demonstrate the effectiveness of a pilot project of a Solar isolated system in an affordable house, which has become an alternative of sustainability and economic feasibility as rural electrification plan for communities without access to electricity or no resources to extend the distribution line to their homes. In this project the implementation of a photovoltaic isolated solar system in low-income homes in the community of Marcovia arises; likewise statistics of the current situation of the village were obtained with the objective of determining the solar potential of the area to be used for generating electricity. Also, a mechanism for organizing the inhabitants of the village arises for them to manage and maintain the systems installed in their homes of residence systems.

**Palabras claves:** Electricity, Isolated, Panels, Photovoltaic, Pilot, Project, Solar

## **DEDICATORIA**

### **ASTRID ELVIR OYUELA**

A Dios por permitirme el logro de una nueva meta académica, a mis padres que me han acompañado en cada momento de esta ardua jornada y a mis hermanas que me han dado palabras de ánimos para seguir adelante cada día.

### **HANY PAMELA FLORES ANTUNEZ**

A Dios y a mi familia por mantenerse siempre a mi lado, a mi hermano Josué a quien siempre llevaré en mi corazón junto con mi madre que me dan apoyo en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

### **ASTRID ELVIR OYUELA**

Primeramente a Dios por darme la oportunidad de estar viva y acompañarme en todo momento, a mi familia por ser mi apoyo y equilibrio cuando más lo he necesitado, a los docentes que mediante su enseñanza incrementaron mi conocimiento y a esta institución académica que nos ha formado profesionalmente.

### **HANY PAMELA FLORES ANTUNEZ**

A mi padre por el apoyo que me ha dado a lo largo de mi vida, a mi familia quien ha sido mi motivación diaria para salir adelante.

## TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	3
1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	5
1.3.2. ARBOL DEL PROBLEMA.....	7
1.3.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.3.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	8
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	8
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
1.4. 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	9
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
2.1.1 ANÁLISIS MACROENTORNO.....	12
2.2 TEORÍA DE SUSTENTO.....	28
2.2.1 TEORÍA DE LA FACTIBILIDAD.....	28
2.2.2 TEORÍA DE ENERGÍAS RENOVABLES.....	30
2.2.3 TEORÍA DEL EFECTO FOTOVOLTAICO.....	31
2.2.4 TEORÍA DE PANELES SOLARES.....	32
2.3 CONCEPTUALIZACIÓN.....	33
2.4 INSTRUMENTOS.....	36
2.5 MARCO LEGAL.....	36
CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	41
3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS.....	47
3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	47



3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.....	48
3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	49
3.7 LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	50
CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANALISIS.....	51
4.1 DESCRIPCION DEL PRODUCTO O SERVICIO.....	51
4.2 DEFINICION DEL MODELO DE NEGOCIO.....	52
4.3 FACTORES CRITICOS DE RIESGO.....	52
4.6 ESTUDIO DE PRODUCCION Y OPERACIONES.....	54
4.6.1 DISEÑO DE PRODUCTO O SERVICIO.....	55
4.6.2 INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN.....	70
4.7 ESTUDIO FINANCIERO.....	71
4.7.4 ESTUDIO ECONOMICO.....	75
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
5.1 CONCLUSIONES.....	78
5.2 RECOMENDACIONES.....	79
CAPITULO VI. APLICABILIDAD.....	80
6.1 TITULO DE LA PROPUESTA.....	80
6.2INTRODUCCION.....	80
6.3DESCRIPCION DEL PLAN DE ACCION.....	81
.3.4. MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES.....	86
6.4CRONOGRAMA DE EJECUCION.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99

## TABLA DE FIGURAS

Ilustración 1: Mapa Conceptual .....	11
Ilustración 2: Esquema de sistemas fotovoltaicos aislados .....	18
Ilustración 3: Esquemas de sistemas fotovoltaicos conectados a la red .....	18
Ilustración 4: Diagrama de las variables.....	42
Ilustración 5: Gráfico de Pertenencia de Viviendas. ....	58
Ilustración 6: Gráficos de Orientación de Trabajo.....	59
Ilustración 7: Gráfico de Ingresos Familiares. ....	59
Ilustración 8: Gráfico de Escolaridad.....	60
Ilustración 9: Gráfico de Asistencia Escolar.....	60
Ilustración 10: Gráfico de dedicación de jóvenes una vez finalizado el nivel de escolaridad primaria.....	61
Ilustración 11: Gráfico de existencia de centro médico.....	61
Ilustración 12: Gráfico de atención médica.....	61
Ilustración 13: Gráfico de Personal Médico en Centro de Salud.....	62
Ilustración 14: Gráfico de Nivel de Satisfacción Medico. ....	62
Ilustración 15: Gráfico de tipo de energía utilizada para cocinar. ....	63
Ilustración 16: Gráfico de tipo de energía utilizada para iluminación. ....	63
Ilustración 17: Gráfico de ventajas de energía eléctrica .....	64
Ilustración 18: Gráfico de interés en obtener energía eléctrica .....	64
Ilustración 19: Gráfico de conocimiento de la energía solar y su aprovechamiento.....	65
Ilustración 20: Gráfico de aceptación de un sistema solar en su vivienda. ....	65
Ilustración 21: Grafico del tipo de energía de su preferencia.....	65
Ilustración 22: Gráfico de pago por consumo de energía. ....	66
Ilustración 23: Gráfico de personal para instalaciones de sistemas solares. ....	66

# CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La cobertura eléctrica general en Honduras es del 92.8%. El 80% de este déficit de cobertura se localiza en las zonas rurales del país, según datos del Departamento de Planeamiento Económico, dependiente del Departamento de Planificación y Desarrollo de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). Los departamentos de Choluteca, Atlántida, El Paraíso e Intibucá, son algunos de los departamentos con zonas sin acceso a la red eléctrica y son considerados prioritarios bajo la estrategia del Gobierno de la República para la reducción de la pobreza, mejora de la calidad de vida del hondureño, y la integración del desarrollo económico y social del país, mediante el Programa Nacional de Electrificación Rural y Social.

A través de la Sub Dirección de Investigación de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, y su respectivo Departamento de Planificación se gestionan fondos de donación con instituciones y países amigos, para desarrollar proyectos de Energía Renovable Solar Fotovoltaica, con el fin de cubrir el déficit de cobertura de energía eléctrica existente en el país, 8% a nivel nacional y hasta un 22% en algunos departamentos, y poder de esta forma proveer del servicio eléctrico a las comunidades que se encuentran en condiciones de pobreza y extrema pobreza, aisladas del Sistema Interconectado Nacional (SIN), es decir de la red de transmisión eléctrica que cubre las principales regiones del país, la cual están conectadas a las centrales generadoras y los diferentes centros de consumo. (ENEE, 2015)

El aumento en la población, provoca un incremento significativo en el consumo energético principalmente en las grandes ciudades del país. En la actualidad, la proyección de demanda de energía eléctrica correspondiente del 2015 al 2029, muestra un rápido crecimiento y las previsiones indican que este aumento se mantendrá en los siguientes años. Para el caso, en el 2015 la demanda de potencia en MW corresponde a 1508 y para el 2020 correspondería a 1864.8

reflejando un porcentaje de crecimiento de 4.1%. (ENEE, 2015). Por lo tanto, se concibe la importancia de desarrollar proyectos de energía renovables, sistemas solares fotovoltaicos aislados, como alternativas de generación que permitan a los habitantes de zonas rurales contar con el servicio de electricidad.

Así mismo, el poder contar con un sistema adecuado que genere electricidad a través de la captación de la irradiación solar por medio del uso de paneles solares instalados en las viviendas de la comunidad de Marcovia como respuesta a la carencia del servicio de energía eléctrica que presentan y de esta forma brindarles a los habitantes la posibilidad de obtener diversos beneficios directos que repercutan en el mejoramiento de su calidad de vida y en el desarrollo de la zona.

El presente estudio de pre-factibilidad detalla la propuesta del diseño de un sistema solar fotovoltaico aislado, determinando el potencial de energía solar requerida, estimando el costo y creando la estructura organizativa que le propicie sostenibilidad a la comunidad de Marcovia en Choluteca en relación al tema de energía eléctrica.

Posteriormente el estudio se detalla en seis capítulos que describen en el capítulo I el planteamiento de la investigación con su respectiva introducción, antecedentes, definición del problema, objetivos y justificación. Seguidamente el capítulo II brinda un marco teórico que aborda el análisis de la situación actual en relación al tema de la investigación que comprende el análisis macro, análisis micro, análisis interno, sus teorías aplicadas, conceptualización y marco legal que sustentara la misma. El capítulo III detalla la metodología en la cual se determina el tipo de investigación basada en su congruencia metodológica, enfoques y métodos, diseño de la investigación, técnicas e instrumentos aplicados, fuentes de información y limitantes del estudio.

Subsiguientemente, el capítulo IV figura los resultados y análisis, que presenta la interpretación y el análisis de los resultados obtenidos con los instrumentos aplicados en la investigación. El capítulo V muestra las conclusiones y recomendaciones las que se elaboran en base al desarrollo de las preguntas de investigación, así mismo se dan a conocer las sugerencias que van de acorde a la situación actual de la empresa para la implementación del estudio. Finalmente el capítulo VI, de aplicabilidad, exhibe una propuesta de un estudio de pre factibilidad de un sistema solar fotovoltaico aislado.

## 1.2 ANTECEDENTES

Honduras actualmente cuenta con 1, 717,082 viviendas, de las cuales, el 92.8 por ciento está conectado a la red eléctrica convencional. Cuenta con una población de 8,682,412 habitantes. Esto indica que el 7.2 por ciento de las viviendas no disponen de este servicio básico; por lo tanto, es un reto abastecer estos hogares con energía eléctrica para su desarrollo productivo y social. (ENEE, 2015)

Si se hace referencia al sector energético de Honduras, este se definió en 1957 por la creación de la ENEE la cual nace con la idea de proveer energía eléctrica a todo el país, mediante el estudio, construcción y operación de obras eléctricas representada por el gobierno de esos tiempos, los cuales le dan el seguimiento necesario para cumplir con la demanda que generan los habitantes del mismo. De igual manera, se buscó lograr la electrificación nacional, en base al uso racional de los recursos naturales del país aprovechando los beneficios de la economía de escala. El primer gran proyecto de la ENEE, fue la Central Hidroeléctrica de Cañaverl, como parte del desarrollo del potencial del Lago de Yojoa y del Río Lindo. Este proyecto incluyó la construcción de líneas de transmisión y sub-estaciones de alto voltaje, necesarias para conectar esta central con los principales centros de demanda del país.

Durante muchas décadas la ENEE estuvo apoyada directamente por organismos internacionales que le financiaban todo lo necesario para suministrar este servicio básico que requiere un país. Había muchos proyectos hidroeléctricos con los cuales se expandía cada vez más la red de transmisión en todo el territorio de manera que todos contaran con el servicio de alumbrado eléctrico. Uno de los proyectos mayormente reconocido es la planta hidroeléctrica El Cajón que fue creado en 1985, con el que se pretendía abastecer con energía a toda la población.

Después del inicio de operación en 1985 del proyecto El Cajón, de 300 MW, se dejaron de construir proyectos de relevancia por varios años. A inicios de los años 90 se dieron varios años consecutivos en que las lluvias no habían sido abundantes, lo cual precipito el racionamiento que abrió el camino para la reforma. Es así como en noviembre de 1994 se da la promulgación de la Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico, la cual tiene como uno de sus objetivos

principales el alentar la realización de inversiones privadas en producción y distribución de electricidad.

Así fue que en 2002, la ENEE decidió preparar un "Plan Nacional de Electrificación Social" (PLANES) con la asistencia de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI), dentro del marco del Proyecto Regional de Energía Eléctrica en el Istmo Centroamericano (PREEICA).(ENEE, 2015)

Actualmente en Honduras existe la Asociación Hondureña de Productores de Energía Renovable (AHPER) como una asociación sin fines de lucro que nació en el 2003 con la finalidad de crear apoyo al sector de energía renovable en el país. Este organismo representativo de los productores de energía renovable, y empresas afines que se desarrolló en este rubro, con el propósito de fomentar el desarrollo económico en el país por medio de la búsqueda de nuevas soluciones sociales, económicas y ambientales que puedan afectar el país, y esto a través de fomentar el sector energético.

“Hoy en día aglutina un total de 80 empresas miembros, de las cuales 77 empresas trabajan directamente en los campos de generación de energía hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica, de biomasa y biogás, así como empresas afines, ofreciendo diferentes servicios y productos a las empresas desarrolladoras” (AHPER, 2015, parra 1).

El plan de Nación establece que para el año 2022, el 60% de la demanda nacional será abastecida con fuentes renovables.

Uno de los municipios que cuenta con menor cobertura de energía eléctrica convencional es el de Marcovia en el departamento de Choluteca. Su nombre primitivo fue “Pueblo Nuevo”. En 1882 el presidente Marco Aurelio Soto elevó la aldea Pueblo Nuevo a categoría de municipio, denominándole Marcovia por encontrarse en un sitio estratégico del camino del puerto de Amapala a la ciudad de Choluteca. Cuenta con 10 aldeas y 140 caseríos. Altitud: 9msnm. Su Agricultura: caña de azúcar sorgo forrajero, chile dulce, café, coco, granos básicos. Ganadería: Bovino, porcino, esquino, patos, gansos, conejos. (Choluteca en línea, 2015).

En su infraestructura en educación cuenta con 12 centros comunitarios de educación pre-básica, 8 centros de educación básica, 3 centros de educación media presencial, 45 centros de educación primaria y 37 jardines de niño.

Se ubica al suroeste del departamento en la llanura costera del pacifico y comparten parte del litoral del golfo con el municipio de Choluteca, su cabecera esta al oriente del rio Grande o Choluteca. Y tiene las siguientes coordenadas: latitud norte  $13^{\circ}17'10''$  y longitud oeste  $87^{\circ}18'45''$ . Al Norte, Municipio de Choluteca y San Lorenzo y al Este Municipio de Choluteca, al Sur, y al Oeste, Golfo de Fonseca.

Choluteca está ubicada en el sur de Honduras con una superficie total de 4360 km<sup>2</sup>. Su población es de aproximadamente de 395.000 habitantes y cuenta con muchos terrenos que son utilizados para la agricultura, la pesca, azucareras, camaronerías, etc.

### **1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

El problema de investigación se define a continuación a través del enunciado del problema, de su formulación y las preguntas de investigación.

#### **1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

La producción de electricidad en ciertas áreas de nuestro país, no cumplen con los requisitos mínimos de sostenibilidad para empresas dedicadas al suministro de este, estando por tanto destinadas a la escasez de este importante recurso.

A partir de esta problemática, se observa la iniciación de los diferentes programas de energía fotovoltaica para suplir de energía a las diferentes comunidades aisladas y especialmente escuelas y centros de salud, las cuales se ven beneficiadas en gran parte y en donde se promueve el progreso de la misma.

Actualmente el uso de energía eléctrica es indispensable, siendo pilar fundamental de la industria ya que contribuye al desarrollo económico de los países. Se determinaron tres factores primordiales que justifican el incremento en el desarrollo de proyectos de energías renovables en Honduras, siendo estos los siguientes: disminución de las reservas petroleras, contaminación ambiental y la dificultad por parte de la empresa estatal en incrementar la cobertura geográfica.

Conforme a lo anteriormente expuesto y para el caso particular de la comunidad de Marcovia en el municipio del mismo nombre en el departamento de Choluteca encontramos que ésta no cuenta con ningún tipo de sistema de electrificación convencional y no convencional. Por lo que para poder llevar energía eléctrica a este caserío se necesitaría construir una línea de distribución de energía eléctrica en un terreno irregular y con casas dispersas en el mismo, elevando aún más los costos de la energía eléctrica.

Existe un gran reto para hacer llegar la energía eléctrica hasta las aldeas aisladas especialmente porque estas comunidades generalmente son de escasos recursos económicos y su resultado respecto a la energía eléctrica se estima que es de bajo nivel. Además no siempre es factible la conexión de estas comunidades a la red pública del Sistema Interconectado Nacional, debido a los altos costos de línea y su bajo consumo. Por lo que se plantea desarrollar un estudio de pre factibilidad para poder desarrollar un sistema solar fotovoltaico aislado en Marcovia, que sea de vital importancia para las personas que habitan esta comunidad y les permita mejorar las condiciones de vida al acceder a tan preciado servicio.



### 1.3.2. ARBOL DEL PROBLEMA

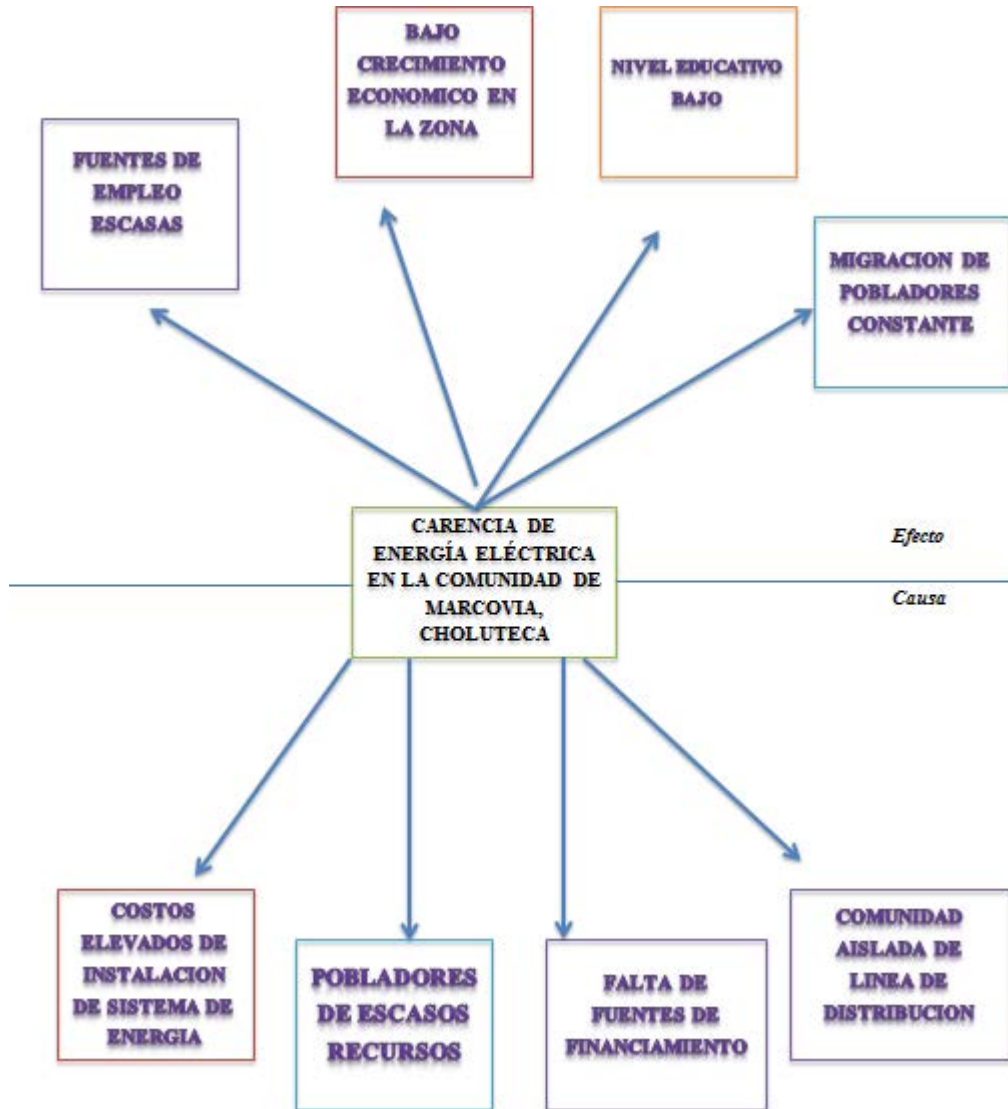


Figura 1: Árbol del Problema

### **1.3.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la pre factibilidad de un sistema solar fotovoltaico aislado que pueda satisfacer el consumo determinado de energía en las viviendas de los habitantes de Marcovia en la ciudad de Choluteca?

### **1.3.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

- ¿Cuál es el potencial de energía solar fotovoltaico requerido en la comunidad de Marcovia, Choluteca?
- ¿Cuáles son los requerimientos técnicos para implementar un sistema de energía solar fotovoltaica en Marcovia, Choluteca?
- ¿Cuál es el costo de inversión para implementar un sistema solar fotovoltaico aislado en Marcovia, Choluteca?
- ¿Qué estructura organizativa es la adecuada para la sostenibilidad del estudio de pre factibilidad en la comunidad?

## **1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar un estudio de pre factibilidad para un sistema solar fotovoltaico aislado que pueda satisfacer la demanda del consumo de energía de las viviendas de los habitantes de Marcovia Choluteca para que posteriormente se pueda aplicar y genere beneficios propicios para los pobladores.

## **1.4. 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar el estudio técnico para identificar los requerimientos de equipo y materiales para implementar un sistema solar fotovoltaico aislado en la comunidad de Marcovia en la ciudad de Cholulteca.
- Identificar el potencial de energía solar requerido en las viviendas de Marcovia en Cholulteca.
- Realizar el estudio financiero para identificar la inversión y costo de poseer un sistema de energía solar fotovoltaica aislada a los habitantes de la comunidad de Marcovia.
- Diseñar un plan de gestión del sistema de energía solar fotovoltaica en Marcovia.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

Los sistemas solares fotovoltaicos representan una alternativa para habitantes que viven en áreas rurales y que se encuentran en carencia en términos de disponer de tan preciado servicio como lo es la energía eléctrica. En muchos casos resulta considerablemente costoso ampliar la red eléctrica convencional al sitio donde se requiere la electricidad. Por lo que a falta del recurso económico se puede optar por la alternativa de instalar un sistema solar fotovoltaico aislado. Estos sistemas son simples, han sido probados en campo y resultan viables económicamente para algunas aplicaciones remotas.

La falta de un sistema solar fotovoltaico en la comunidad de Marcovia que se encargue de mejorar la situación de vida de los habitantes es importante y necesario para esta zona rural ya que carece de recursos financieros que le permitan invertir en proyectos de generación o distribución de energía. De tal manera que las personas que puedan optar con mencionado sistema se les brinden la oportunidad de crecer socioeconómicamente al permitirles desarrollar todas las actividades necesarias que requieren del uso de este servicio vital.

La propuesta de implementar un diseño de sistema solar fotovoltaico aislado es para que a través del mismo se pueda **ofrecer y cumplir con un servicio de calidad eficaz y eficiente que sea de gran apoyo y sobre todo económico para los habitantes**, ya que estos serán los que se beneficiarán directamente al contar con el sistema el cual les permitirá realizar mejor sus actividades.

La conveniencia de ejecutarlo asegurará el futuro crecimiento continuo de esta comunidad, que traerá consigo diversos beneficios tales como, alumbrado eléctrico, suplir de energía a diversos aparatos eléctricos, mejora a la condición económica en comparación de pagar un servicio eléctrico, desarrollo de la comunidad, entre otros. Es por ello la importancia y necesidad que actualmente tiene esta comunidad de contar con un sistema de energía solar fotovoltaica aislada.

En la actualidad la comunidad de Marcovia no cuenta con ningún proyecto de esta índole que sea el encargado de proveer dicho servicio y que les facilitará muchos aspectos que mejorarán la calidad de vida de las personas.

## CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

El marco teórico consiste en una reseña bibliográfica o análisis crítico de las fuentes informativas relacionadas con el tema de investigación. Se hace énfasis en los hallazgos y conclusiones más importantes, concluyendo que el proceso de recopilación, selección y análisis de las fuentes informativas es uno de los aspectos vitales del presente estudio.

### 2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En esta sección de la situación actual se documenta toda la literatura que sustente los puntos más relevantes del estudio y categorizando la información en tres diferentes niveles: internacional que abarca el análisis del Macro-entorno, nacional o estatal correspondiente al análisis del Micro-entorno y el análisis interno referente a la comunidad o empresa.

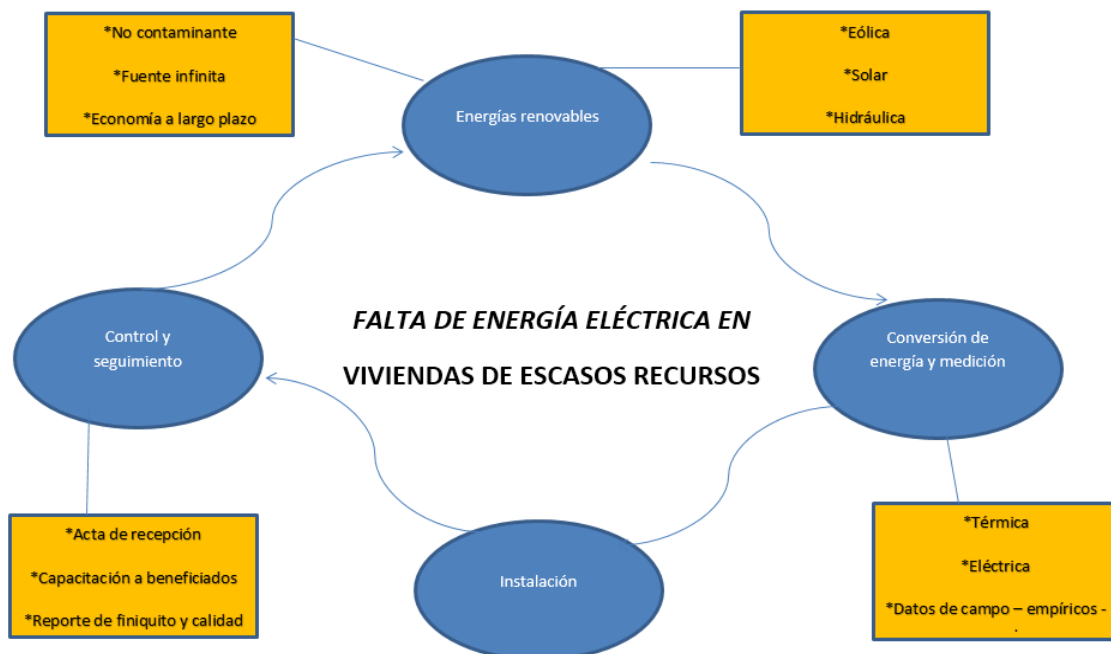


Figura 2: Mapa Conceptual

### **2.1.1 ANÁLISIS MACROENTORNO**

Uno de los mayores desafíos a los que deberá hacer frente la humanidad durante el presente siglo XXI será, con toda seguridad, proporcionar un acceso universal a la energía, de forma que se consiga que este mundo sea seguro, limpio y sostenible. A través de la historia, el uso de la energía ha surgido como un asunto central en el ejercicio y desarrollo de las sociedades humanas, siendo en los siglos XIX y XX en donde la humanidad aprendió el modo de aprovechar la energía contenida en los combustibles fósiles, fundamentalmente carbón, petróleo, gas natural y energía nuclear.

Esto produjo una energía que condujo a la revolución industrial, acarreado consigo un aumento sin comparación de la productividad en millones de personas y trabajadores en todo el mundo. A medida que avanzamos en el tercer milenio, va teniendo lugar un crecimiento del conocimiento de los sistemas energéticos mundiales, quedando de manifiesto que estos se hallan necesitados de un cambio radical, de modo que permitan satisfacer nuestras necesidades energéticas de una forma sostenible a largo plazo. (Gil García, 2008)

El informe de la Agencia Internacional de Energía, World Energy Outlook 2006 (WEO 2006), presentaba un panorama sombrío sobre el futuro de la energía concluyendo que la situación de la demanda se incrementaría en un 52.6% donde los países en vías de desarrollo aportaran cerca del 70% de dicho aumento y en donde los combustibles fósiles seguirían siendo la principal fuente de energía causando una vulnerabilidad de los países consumidores frente a posibles interrupciones del suministro de petróleo y gas traducándose en súbitos y espectaculares repuntes de los precios, mientras que paralelamente las emisiones de dióxido de carbono aumentarían en un 55 por ciento entre el 2004 y el 2030.

Por lo anteriormente expuesto, la Unión Europea se pronunció en materia de energías renovables dando paso a su estrategia energética y encontrándose un punto de inflexión con la publicación por parte de la Comisión Libro Verde “estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura” en 2006, a partir del cual se van a articular una serie de medidas

que sienta los principios para el establecimiento real de una política común sobre las energías renovables. Además, se fomenta la creación de instrumentos de mercado en favor del medio ambiente y se apoyan las medidas tomadas hasta entonces en favor del establecimiento de un mercado común de la energía que consiguiera internalizar los costes de las energías renovables.(Pérez Bustamante Yábar, 2012)

Energías renovables podemos definir las como aquellas fuentes energéticas que provienen de recursos naturales y a los que se puede recurrir de manera permanente como es la utilización del sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. No utilizan, como las convencionales, combustibles fósiles, sino recursos capaces de renovarse ilimitadamente. Su impacto ambiental en comparación con aquellas es muy escaso, pues además de no emplear esos recursos finitos, no generan contaminantes. A veces se las llama, también, especiales o alternativas, indicando en este último caso su papel de cara a un modelo social y energético. Se consideran energías renovables la energía solar, la eólica, la geotérmica, la hidráulica también, pueden incluirse en este grupo la biomasa y la energía mareomotriz. (Frers, 2009)

Según Solar Energy International (SEI)(2007) los sistemas de energía fotovoltaica son sistemas de energía solares que generan la energía directamente de la luz del sol, de los cuales se obtiene la llamada energía limpia . Se dice que este tipo de energía no es igual a la generada por los combustibles pero que de igual forma su uso va dirigido a todos los aparatos eléctricos del hogar que lo requieran. Por lo tanto, este estudio se basa en la generación de energía solar utilizando paneles fotovoltaicos que captarán la energía solar y que a su vez se convertirá en energía para la comunidad en estudio.

Gimeno Sales, Seguí Chilate, & Orts Grau (2011) afirma que los campos en donde más se utiliza energía solar fotovoltaica son en las áreas de: Telecomunicaciones, electrificaciones rurales, aplicaciones agropecuarias y en el bombeo de agua. Todos estos son aplicados a dichos campos debido a que son sistemas económicos que generan múltiples beneficios para cada una de las áreas antes mencionadas.

Si hacemos énfasis de la aplicación de energía solar a nivel mundial y sobre todo en países desarrollados que han aprovechado la energía limpia que generan los recursos naturales,

observamos un crecimiento económico y social bastante notable. En España por ejemplo, en años atrás se da a conocer el crecimiento que han generado los mismos al momento de contar con estos sistemas instalados.

A lo largo de 1999, se instalaron 648 kWp de nueva potencia, localizada, fundamentalmente, en Andalucía (29%) y Castilla y León (16%). De esta forma, a finales de año, España contaba con 9.412 kWp. Andalucía concentra el 34% del total de la potencia instalada a nivel nacional (los objetivos del programa PROSOL para el periodo 1995-1999 en el área fotovoltaica se cifraban en 520 kWp en instalaciones aisladas y 90 kWp en instalaciones conectadas a red; La potencia instalada a finales de 1999 en esta Comunidad Autónoma ascendía a 3.198 kWp); seguida de Castilla La Mancha, con un 13%.(Gimeno Sales et al., 2011)

Para el caso de Colombia, Rodríguez Murcia (2009) asevera que: “La generación de electricidad con energía solar empleando sistemas fotovoltaicos ha estado siempre dirigida al sector rural, en donde los altos costos de generación originados principalmente en el precio de los combustibles, y los costos de Operación y Mantenimiento...” (p.5). Analizando el texto citado anteriormente se hace referencia que este tipo de energía resulta más económica a largo plazo y a la vez más confiable para las personas que habitan en zonas rurales.

En Colombia por ejemplo los sistemas fotovoltaicos surgieron por:

El Programa de Telecomunicaciones Rurales de Telecom a comienzos de los años 80, con la asistencia técnica de la Universidad Nacional. En este programa se instalaron pequeños generadores fotovoltaicos de 60 Wp (Wp: vatio pico) para radioteléfonos rurales y ya en 1983 habían instalados 2 950 de tales sistemas. El programa continuó instalando estos sistemas y pronto se escaló a sistemas de 3 a 4 kWp para las antenas satelitales terrenas. Muchas empresas comenzaron a instalar sistemas para sus servicios de telecomunicaciones y actualmente se emplean sistemas solares en repetidoras de microondas, boyas, estaciones remotas, bases militares, entre otras aplicaciones. Estos sistemas son hoy esenciales para las telecomunicaciones rurales del país. ((Rodríguez Murcia, 2009a, p. 5).



Además en un estudio elaborado en Chile, Eyzaguirre A (2014) hace referencia acerca del potencial de energía solar y menciona que la potencia de la radiación solar es eficiente para abastecer al 100% a Chile de la energía que necesita y que estas energías renovables son capaces de reemplazar las energías convencionales. A su vez, afirman que al inicio sería una gran inversión, pero que una vez instaladas, el mantenimiento va a ser menor a las de los sistemas actuales que normalmente se utilizan.

Al destacar el potencial que provee esta energía, Anonymous. Notimex(2012) menciona que es lamentable que esta energía solar no sea aprovechada al máximo y que inclusive países que tienen oportunidad de explotarla como en el caso de México, no dedican la atención necesaria para su total desarrollo. También afirmo que “Explicó que de acuerdo con una evaluación hecha en México, los techos de las viviendas en el territorio nacional reciben la suficiente energía solar como para producir hasta 200 veces la cantidad que consumen” (Anonymous. Notimex, 2012, párr. 4). Aun así se reconoce que el crecimiento de la energía solar en el país como en otros países ha surgido como iniciativa debido a que es rentable a corto mediano y largo plazo.

Con respecto a los países de la región centroamericana estos han propiciado iniciativas para cambiar sus matrices energéticas. Esta situación se ha dado, por un lado, para reducir su dependencia de los combustibles fósiles, que siguen cubriendo por lo menos un tercio de la demanda de la energía en la región, causando contaminación ambiental y constantes aumentos en los costos de importación de los derivados del petróleo. Por el otro lado, la producción hidroeléctrica, que representa el 40% de la capacidad instalada, se ve afectada por el cambio climático y la escasez de agua. Además, el acceso a otras fuentes de energías renovables ya es una alternativa viable. Las tecnologías eólicas y fotovoltaicas, por ejemplo, hoy en día son rentables bajo las condiciones del mercado centroamericano.

La región tiene óptimas condiciones para la implementación de los diferentes tipos de energías renovables (solar, eólica, geotérmica y biomasa). Por otro lado, la industria, el comercio y las instituciones públicas pueden ahorrar energía a través de medidas de eficiencia energética. A pesar de eso, las iniciativas para proyectos de energías renovables y eficiencia energética, no se

han implementado todavía en la dimensión deseada. La razón principal de ello, es el clima de inversión y negocio deficiente, para ese tipo de proyectos. Falta, por ejemplo, un marco regulatorio adecuado, incentivos fiscales y acceso a financiamiento acompañado de asesoría de personal calificado, para planificar e implementar los diferentes proyectos.(Cooperación Alemana, GIZ, 2010)

La necesidad de complementar las fuentes convencionales de energía, ha impulsado la investigación y el creciente desarrollo de las tecnologías alternativas mediante el aprovechamiento de energías renovables. Para el caso, la energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles o células fotovoltaicos. En los paneles fotovoltaicos, la radiación solar excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial. La conexión en serie de estos dispositivos permite obtener diferencias de potencial mayores.

Aunque el efecto fotovoltaico era conocido desde el siglo XIX, fue en la década de los 50, en plena carrera espacial, cuando los paneles fotovoltaicos comenzaron a experimentar un importante desarrollo. Inicialmente utilizados para suministrar electricidad a satélites geoestacionarios de comunicaciones, hoy en día constituyen una tecnología de generación eléctrica renovable pudiéndose construir desde enormes plantas fotovoltaicas en suelo hasta pequeños paneles para tejados.(APPA - Asociación de Productores de Energías Renovables, 2009)

Las células fotovoltaicas son aquellos dispositivos capaces de convertir, de forma inmediata y directa, la radiación luminosa en electricidad. El fundamento físico de las células fotovoltaicas es una unión P-N; de esta forma se aprovecha al máximo la característica de los semiconductores de generar pares electrón-hueco a partir de la iluminación de una superficie semiconductor. Dopamos una muestra de silicio con fósforo, obtenemos un semiconductor tipo n, dopamos otra muestra de silicio con boro, obtenemos un semiconductor tipo p. «Imaginemos» que somos capaces de unir estos tipos de semiconductores formando una unión P-N; este proceso de fabricación de una unión P-N es más complicado que la unión de dos semiconductores, uno tipo N y otro tipo P, en la cual no entraremos en más detalles por alejarse del tema que nos

incumbe. Tendríamos una zona en la cual los electrones del semiconductor tipo N se recombinarían con los huecos del semiconductor P, denominada zona de carga espacial.(Domínguez Gómez, 2005, p. 72)

“El proceso de fabricación de una célula fotovoltaica consta de dos partes bien diferenciadas: 1.Elaboración y purificación del semiconductor a utilizar, bien sea silicio, germanio, arseniuro de galio, etc. 2.Fabricación de la propia célula fotovoltaica” (Domínguez Gómez, 2005, p. 73).

La energía solar fotovoltaica tiene dos tipos de aplicaciones: los sistemas aislados y los conectados a la red. Los primeros son los que producen electricidad para autoabastecerse mientras que con los fotovoltaicos conectados a red cualquier usuario se convierte en productor y consumidor de su propia electricidad. En la elección de la instalación un sistema no es ni mejor ni peor que otro. Donde no hay red eléctrica el sistema autónomo o aislado viene siendo la mejor posibilidad mientras que donde hay conexión a red no tiene sentido plantear el sistema aislado puesto que es más caro, siendo más lógica la otra opción.

Hay que tener en cuenta que los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, a diferencia de los sistemas aislados, no necesitan ningún acumulador de energía, como las baterías que además añaden componentes tóxicos, con lo cual son más baratos. Además la instalación es más sencilla porque solo necesita los módulos, el cableado y el inversor (dispositivo que transforma la electricidad-corriente continua producida por un generador solar fotovoltaico en electricidad con las mismas características que la de la red convencional- corriente alterna a 220 voltios y frecuencia de 60 Hz).(Osorto Lobo, 2006)

La siguiente figura muestra los dos tipos de esquemas de sistemas solares fotovoltaicos

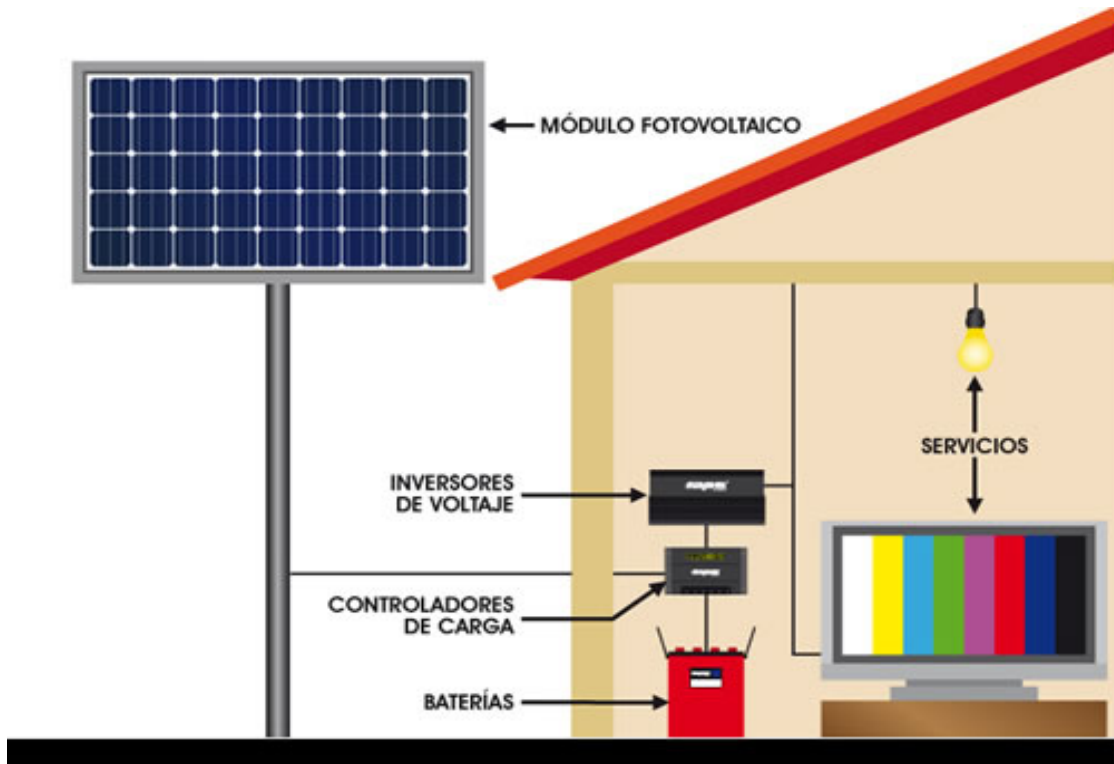


Figura 32: Esquema de sistemas fotovoltaicos aislados

Fuente: (Osorto Lobo, 2006)

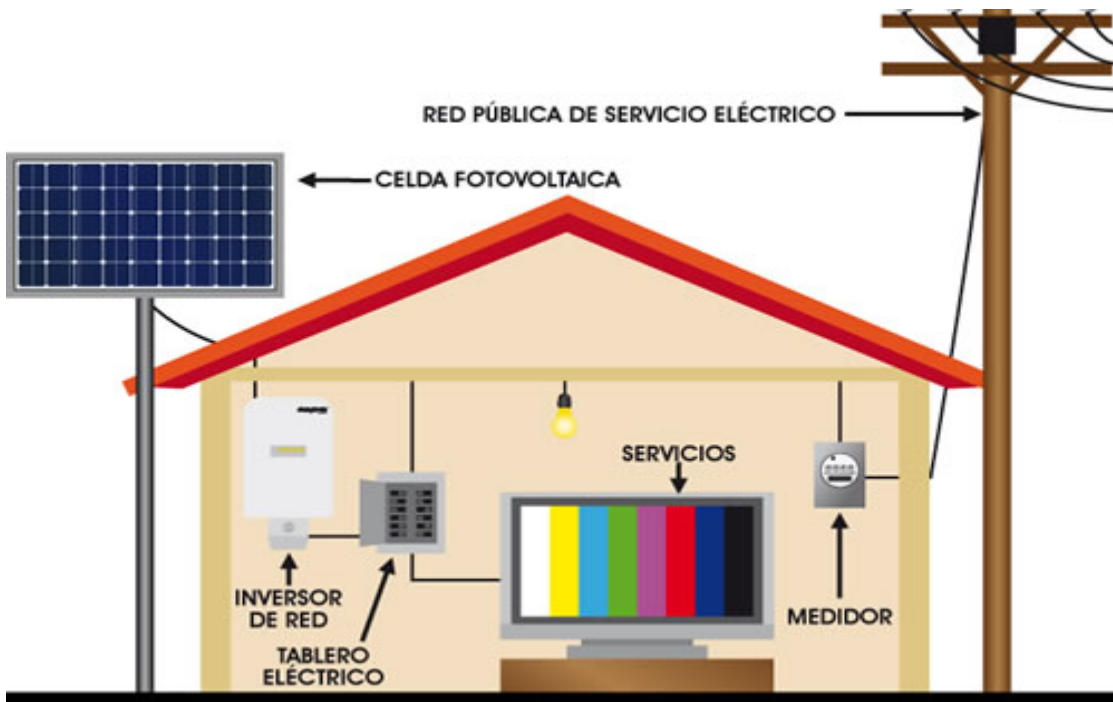


Figura 4: Esquemas de sistemas fotovoltaicos conectados a la red

Fuente: (Osorto Lobo, 2006)

hacemos referencia a los elementos necesarios para un sistema solar fotovoltaico debemos tomar en cuenta la instalación que va a transformar la energía solar en electricidad para que esta pueda ser utilizada por los consumidores finales en los diferentes aparatos eléctricos que la requieran. Por lo que esta se basa debidamente por efectos fotoeléctricos que consisten en la cantidad de electrones que un metal es capaz de proporcionar cuando recibe la radiación solar. (Tobajas, 2012).

De las Heras León (2011) menciona que el panel o módulos fotovoltaicos es el elemento primordial en cualquier sistema solar fotovoltaico ya que estos son los que captan la radiación solar y generan las corrientes eléctricas. Se afirma que se encuentran formados por células fotovoltaicas conectadas entre sí, y que estos se pueden conectar unos a otros para conseguir un campo fotovoltaico que se necesita para la generación de energía.

Los captadores solares pueden ser planos, vitrificados y de vacío. Los captadores planos son los más sencillos, pero tienen un bajo rendimiento al no estar protegidos por una cubierta vitrificada, pueden tener pérdidas más grandes en el colector. La placa absorbente puede ser metálica, de caucho sintético o polipropileno. Se utilizan en el calentamiento de agua de piscinas donde la temperatura es más baja. Se aplican también en el tejado de edificios, sustituyendo la cubierta. (Creus, 2009)

La potencia que puede suministrar un módulo fotovoltaico dependerá del número de células que posea. Un valor típico para módulos compuestos por 36 células conectadas en serie oscila entre los 50 y 100W, dependiendo del área de cada una de las células. Si esta potencia de un módulo resulta insuficiente para una determinada aplicación, el instalador conectara los módulos necesarios en serie y en paralelo, hasta obtener la potencia requerida.

Así mismo, la energía producida por el generador fotovoltaico se acumula en un sistema de baterías. De este modo la energía producida durante las horas de sol se puedan utilizar durante la noche o en momentos en los que no se disponga de la suficiente radiación solar para generar la

energía necesaria. En tanto la batería estaría cargándose durante el día y descargándose durante la noche cíclicamente.

Para controlar los procesos de carga y descarga de la batería se utiliza un regulador de carga. Este elemento es el encargado de proteger la batería contra sobrecargas o contra sobre descargas excesivas que podrían resultar dañinas para la batería, acortando así su vida útil. Su operación es bien sencillo puesto que cuando el regulador detecta sobrecarga en la batería desconecta el generador fotovoltaico y cuando detecta sobre descarga en la batería desconecta los consumos.

En los sistemas fotovoltaicos autónomos se produce corriente continua, misma que se almacena directamente en las baterías y se extrae a su vez como tal. El inversor es un dispositivo electrónico encargado de transformar la corriente continua en corriente altera con el máximo rendimiento posible. El inversor se encarga de producir corriente alterna que lo toma de la carga de las baterías y la convierte en corriente 110-120 voltios para ser usada en aparatos que funcionen con ese voltaje. Habitualmente en sistemas fotovoltaicos autónomos el inversor se encuentra conectado a una batería. (Sub Dirección de investigación Departamento de energías renovables, 2015)

Algunos de los aspectos importantes que se deben tomar en cuenta al momento de seleccionar un inversor son los siguientes: estabilidad de la tensión AC de salida, ausencia de componentes AC a la entrada del inversor, rendimiento en función del factor de potencia. El factor de potencia viene determinado por las cargas. Una carga es cualquier dispositivo que absorbe energía en un sistema eléctrico.

Los electrodomésticos, y aparatos eléctricos en general, se dividen en dos grandes grupos de carga: resistivas e inductivas. Las cargas resistivas son simplemente aquellas en que la electricidad produce calor y no movimiento. Típicas cargas de este tipo son las lámparas incandescentes o los radiadores eléctricos. Las cargas inductivas generalmente son aquellas en que la electricidad circula a través de bobinas. Normalmente son motores, tales como ventiladores o frigoríficos, que se encuentran en la mayoría de los aparatos eléctricos, tales como

televisores, ordenadores o lámparas fluorescentes. (Sub Dirección de investigación Departamento de energías renovables, 2015)

A la carga que tiene suplir el sistema solar fotovoltaico se le es conocido como el consumo, dato importante ya que según se la demanda de la carga así será el tamaño del arreglo fotovoltaico necesario para suplirlo y para la horas sin radiación solar. Es importante recordar que el banco de baterías comienza a operar cuando las Horas Solares Pico (HSP) no son las suficientes para suplir la demanda de energía.

“Para estimar la demanda de energía diaria media mensual en Wh, se debe multiplicar la potencia de cada equipo por el número de horas de funcionamiento diarias media mensual del mismo”(Guerrero Pérez, 2011, p. 239). Como las horas de funcionamiento pueden ser diferentes en los distintos meses, es necesario realizar dicho cálculo para todos los meses del año. Es importante estimar que para cumplir con la demanda energética es necesario tomar en cuenta la instalación fotovoltaica.

En general un sistema solar fotovoltaico no forja consecuencias ambientales para el planeta, sino más bien que crea oportunidades actuales para generar energía y que a su vez proporcionaría diversos beneficios para los consumidores de las mismas. La Solar Energy International (SEI) menciona algunas ventajas que se generan con este tipo energía las cuales se mencionan a continuación: reducción de la contaminación sonora, descentralización de la red eléctrica, independencia, bajos costos de mantenimientos. Sin embargo, a su vez presenta ciertas desventajas al implementar el sistema como ser: variabilidad de la radiación solar disponible, alto costo inicial, almacenamiento de la energía.

Si bien es cierto que este tipo de sistemas de energía fotovoltaica no requieren de mucho mantenimiento en comparación con otros sistemas más complejos, deberán siempre realizarse mantenimientos periódicos para lograr un óptimo funcionamiento. Para ello se debe revisar baterías, solucionar fallas comunes de sistema, problemas de cableado, medición de tensión de voltajes, medición de corriente, chequeo de moralidad, limpieza de paneles, entre otros.

La importancia del mantenimiento de un sistema solar es necesario para asegurar el funcionamiento correcto del sistema. Para poder obtener un buen rendimiento en cuanto a la energía solar obtenida deberá hacerse de forma constante y conservando permanentemente la seguridad del servicio. Por consiguiente, el mantenimiento es algo más que una simple conservación de equipos.

Son objetivos de un buen mantenimiento: “Contribuir a un mejor nivel de servicio, garantizando su seguridad, Prolongar la vida de la instalación, Evitar gastos inútiles ocasionados por pérdidas y depreciación de la instalación” (de la Cruz Gómez & de la Cruz Gómez, 2009, p. 51).

En Honduras actualmente una de las empresas pioneras en tecnologías fotovoltaicas es Soluz Honduras, la que se encarga de convertir energía solar en electricidad. En 1989 bajo un contrato del departamento de energía de los EEUU implementó energía en miles de viviendas, microempresas, escuelas, clínicas y otras aplicaciones principalmente en zonas donde no llega la red de la ENEE. Hoy en día esta empresa se proyecta directamente con soluciones energéticas en áreas rurales y también zonas urbanas.

Conjuntamente en el 2012 instaló el primer sistema fotovoltaico FV de inyección a la red de ENEE en colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH). Por otra parte ha instalado el más grande sistema interconectado a la red en una Escuela para niños de escasos recursos en La Ceiba, Atlántida, así como varios sistemas en residencias de San Pedro Sula. En las zonas urbanas esta empresa está ofreciendo cargadores-inversores como solución a los apagones, calentadores de agua solar, y sistemas FV de inyección a la red. (Soluz Honduras, 2015)

Cabe mencionar también que estos sistemas solares propuestos para zonas rurales aisladas han sido diseñados para ofrecer alternativas viables que permitan a los habitantes cubrir las necesidades de electrificación en estas zonas de difícil acceso. Por otra parte estos sistemas son bastante amigables al medio ambiente ya que no generan contaminación debido a que la energía proviene de recursos naturales inagotables como lo es el sol.



Hoy por hoy, la demanda de energía que Honduras registra en el corto y mediano plazo es generada en la zona sur del país. En gran parte, la potencia que se incorporará al sistema interconectado de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) procederá de los parques solares y en menor cantidad de las plantas eólicas. Una de las novedades en la matriz energética de Honduras es la construcción de seis parques solares en Choluteca y Valle, y se estima que Pavana Solar esté funcionando completamente en este año. (Programa de energías renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica. GIZ Honduras, 2015).

Por otra parte el Programa de energías renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica. GIZ Honduras (2015) menciona que el primer parque de energía solar en Honduras comenzará a funcionar en este año el cual generará 24 megavatios, que disponen de 80,000 paneles solares manejados por la ENEE. Este parque cuenta con una inversión de 60 millones el cual se está desarrollando en pavana en el departamento de Choluteca.

Importante destacar hoy en día que Honduras lidera la generación de energía solar en Centroamérica ya que está creciendo su participación a un ritmo acelerado. Se menciona que el Banco Mundial (BM), garantizará las inversiones en Honduras de la empresa estadounidense generadora de energía solar como el caso de la empresa SunEdison, mediante un fondo de 56.7 millones de dólares por medio del Organismo Multilateral de Garantías (MIGA, por sus siglas en inglés). (Programa de energías renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica. GIZ Honduras, 2015).

Haciendo referencia a lo expuesto anteriormente, sobre la generación de energías renovables propuestas por diversas empresas que proporcionan servicios de electrificación, diversos sectores de la sociedad hondureña solicitan una revisión y renegociación de los contratos de energía fotovoltaica o solar que aprobó la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) en 2014. Los contratos se otorgaron con tarifas onerosas en comparación con los actuales costos de generación de energía térmica que paga la estatal eléctrica, opinan algunos expertos en el tema energético. Aunque con la generación renovable se ha diversificado la matriz energética del país, el alto costo ha generado controversia a todos los niveles.

El sector eléctrico hondureño presenta, en sus estadísticas, 14 plantas de energía renovables menores a 10 MW (10 hidroeléctricas y 4 biomasitas), con una capacidad conjunta de 59.4 MW. La investigación realizada indica que en Honduras, la instalación de centrales de energía renovable cuenta con un entorno favorable, especialmente porque estas plantas pueden firmar un contrato con el comprador único de facto, a una tarifa conocida y estable, por un periodo de al menos 15 años, incluyendo algunos incentivos fiscales y de trámite para proyectos menores a 3 MW.

Sin embargo existen dificultades y limitaciones para los proyectos renovables. Los diversos procesos administrativos para la obtención de licencias y concesiones toman, en ocasiones, varios años para su conclusión provocando incertidumbre, atrasando el desarrollo y encareciendo el costo de proyecto. Y ante esas dificultades se sabe que Honduras es una de las regiones de mayor insolación en el ámbito mundial localizada en el amplio cinturón ecuatorial entre 15 grados de latitud norte y 15 grados de latitud sur.

Haciendo referencia al párrafo anterior es necesario conocer la insolación diaria promedio para cada mes del año, esto para identificar cuáles son las horas pico sol, (HSP) que significa la cantidad de energía solar recibida por hora. Con estos datos se puede dar a conocer que en algunas zonas de Honduras, específicamente en la zona sur se registran el mayor número de horas sol promedio a diario anual con 7.6 y 7.1 horas respectivamente.

Actualmente la demanda de energía eléctrica cada vez es más alta, la población crece y la cantidad de viviendas en todo el país aumenta, por lo que se requiere existan más proyectos que generen energías renovables que logren llevar ese tipo de servicios a zonas rurales que sea difícil el acceso o la capacidad de adquirir este servicio básico.

## 2.1.2 ANALISIS DEL MICRO ENTORNO

Si bien es cierto es de notable mención el hecho de que el gobierno de Honduras ha trabajado arduamente queriendo abastecer y brindar cobertura de energía eléctrica en todo el país. Sin embargo, la tarea no ha sido fácil, y más aún para llevar este servicio básico a las zonas rurales de todos los departamentos que conforman el territorio hondureño que no han sido los más beneficiados alineados a factores como el alto costo de las líneas de distribución y por el bajo consumo que tienen dichos habitantes de las zonas.

ENEE (2015) Afirma que: El Programa Nacional de Electrificación Rural y Social, forma parte de la estrategia del Gobierno de la República para reducir la pobreza, elevar la calidad de vida de los sectores rurales, e integrarlos al proceso de desarrollo económico y social del país. Sus objetivos específicos apuntan a solucionar las carencias de electricidad y/o a mejorar la calidad del abastecimiento energético de viviendas y centros comunitarios en el medio rural y social, disminuyendo así los incentivos para la migración de familias campesinas a zonas urbanas, fomentando el desarrollo productivo, y mejorando la calidad de vida y las oportunidades de acceso a la educación y la salud de estas familias. Para cumplir estos objetivos, el Gobierno de Honduras se ha comprometido alcanzar una cobertura de 75% de las viviendas rurales electrificadas a nivel nacional y mejorar la calidad del abastecimiento de energía en las comunidades aisladas, fomentando el uso de las energías renovables.

La ENEE con el propósito de promover el desarrollo energético de todo el país ha sido el ente encargado de administrar el Fondo Social del Desarrollo Eléctrico (FOSODE) con la finalidad de cumplir con la demanda de energía en el país, y sobre todo mostrando un gran interés social para la población en general.

Con la creación del FOSODE la demanda de electrificación por las comunidades sin electrificar creció de manera considerable, las cuales a través de solicitudes expresan su deseo de conectarse a la red eléctrica. Desde su creación, esta oficina ha venido respondiendo a tales solicitudes, financiando y supervisando la ejecución de obras de electrificación rural, con fondos del Gobierno y de otras fuentes de financiamiento internas y externas, con un promedio aproximado de M\$10

por año. Hasta la fecha, este esfuerzo ha permitido la electrificación de 2,235 comunidades rurales del país. A pesar de este esfuerzo, la tasa global de acceso al servicio eléctrico en el territorio nacional, estimada al 67.5 % a septiembre del año 2005, sigue siendo una de las más bajas en la región Centroamericana. En las áreas rurales, estimaciones de la ENEE (año 2005) indican que la tasa de acceso es de sólo 34.52 %, con una fuerte desigualdad regional. ENEE (2005)

El plan de Nación establece que para el año 2022, el 60% de la demanda nacional será abastecida con fuentes renovables. Pese a no tener el camino completamente despejado, la energía generada con fuerza hidráulica, viento (eólica), sol, geotérmica y biomasa se está abriendo paso en el país. En 2010 Honduras dependía en un 70% de las termoeléctricas, pero ahora esa dependencia se ha logrado reducir a un 54%, o sea que el restante 46% de la electricidad proviene de fuentes renovables hoy en día.

Honduras apunta a tener una matriz energética en la que predominen las fuentes renovables. El Plan de Expansión de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), considera el ingreso en operación de 745 MW adicionales de energía renovable privada entre 2013 y 2018. (AHPER, 2015, parra 3-4).

A través de la Asociación Hondureña de Productores de Energía (AHPER) existen los proyectos u organizaciones privadas que se interesan en el sector energético, y sobre todo por elaborar propuestas que harán llegar este servicio de energía renovable a zonas rurales que son difícil de acceder por x o y razón. Dentro de algunos de esos organismos encargados de apoyar este sector energético a través de varios proyectos se encuentran: Soluz Honduras (Empresa pionera en Honduras en la aplicación de tecnología Fotovoltaica. El Banco Mundial (BM), quien garantiza las inversiones en Honduras de la empresa estadounidense generadora de energía solar SunEdison.

Entre otras empresas que proveen el apoyo respectivo al sector energético en Honduras están: La Corporación Financiera Internacional, entidad miembro del Grupo Banco Mundial. La cobertura de MIGA Organismo Multilateral de Garantías, a través del BM. Sistema de

Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), Grupo Lufussay todas las empresas privadas u organismos en Honduras que apoyan el sector de energías renovables

El Programa de energías renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica. GIZ Honduras como sus miembros o cualquier organismo que desarrolla en el sector energético en Honduras debe ser regulada por la ENEE para poder ejecutar proyectos de diversos sistemas de energía renovable, todo esto en base a leyes y decretos. Para finalizar este análisis interno vale mencionar, tal y como se afirma en párrafos anteriores que en Honduras para este año se conocerá la primera planta con fines de explotación comercial llamada Pavana Solar que le generara energía limpia a la ENEE. (Programa de energías renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica. GIZ Honduras, 2015)

Choluteca está ubicada en el sur de Honduras con una superficie total de 4360 km<sup>2</sup>. Su población es de aproximadamente de 395.000 habitantes y cuenta con muchos terrenos que son utilizados para la agricultura, la pesca, azucareras, camaroneras, etc. (Honduras en sus manos, 2015)

### **2.1.3. ANALISIS INTERNO**

La comunidad de Marcovia se ubica al suroeste del departamento en la llanura costera del pacifico y comparten parte del litoral del golfo con el municipio de Choluteca, su cabecera esta al oriente del rio Grande o Choluteca. Y tiene las siguientes coordenadas: latitud norte 13°17'10" y longitud oeste 87°18'45". Al Norte, Municipio de Choluteca y San Lorenzo y al Este Municipio de Choluteca, al Sur, y al Oeste, Golfo de Fonseca. (Honduras en sus manos, 2015).

Su nombre primitivo fue "Pueblo Nuevo". En 1882 el presidente Marco Aurelio Soto elevó la aldea Pueblo Nuevo a categoría de municipio, cuenta con 10 aldeas y 140 caseríos. Su Agricultura: caña de azúcar sorgo forrajero, chile dulce, café, coco, granos básicos. Ganadería: Bovino, porcino, esquinó, patos, gansos, conejos. (Choluteca en línea, 2015). Cuenta con 12 centros comunitarios de educación pre-básica, 8 centros de educación básica, 3 centros de educación media presencial, 45 centros de educación primaria y 37 jardines de niño. (Choluteca en línea, 2015)(Honduras en sus manos, 2015)

## 2.2 TEORÍA DE SUSTENTO

En esta sección del estudio se da a conocer las diferentes teorías que sustentan el tema de investigación entre las cuales se destacan: Teoría de la factibilidad, Teorías de energías renovables, teorías de efectos fotovoltaicos, teorías de paneles solares.

### 2.2.1 TEORÍA DE LA FACTIBILIDAD

En relación a esta teoría de factibilidad Navarro Dino, menciona que se engloban todas aquellas cuestiones que tienen que ver con la elaboración de un proyecto en cuanto a todos sus aspectos importantes para llevarlo a cabo. El término factibilidad desde sus tiempos antiguos se refiere a tener la disposición de los recursos necesarios para cumplir con los objetivos del proyecto, cumplir con las metas señaladas, es decir llevarse a cabo y que pueda materializarse. Propiamente, la factibilidad se puede clasificar en:

**Factibilidad operativa:** Determinada en la disponibilidad de todos los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto. **Factibilidad técnica:** Relacionada con las herramientas, conocimientos, habilidades, experiencias necesarias para que el proyecto sea exitoso. Esta es una evaluación que demuestre que el proyecto marche bien, que se planea cuidadosamente contemplando todos los problemas y que sobre todo esté en funcionamiento.

Algunos aspectos a considerar son: Correcto funcionamiento del producto o servicio (número de pruebas, fechas...). Lo que se ha hecho o se hará para mantenerse cerca de los consumidores. Escalas de producción (es posible ampliar o reducir la producción). Proyectos complementarios para desarrollar el proyecto; ¿cómo se obtuvo o se obtendrá la tecnología necesaria?; ¿cómo se capacitará al personal del plantel?; ¿si existen proveedores alternativos a los seleccionados?

**Factibilidad económica:** Esta se basa en analizar si existen los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar todas las actividades y se pueda cubrir con el capital disponible para el desarrollo del mismo. Así mismo significa mucho de la inversión que se está

realizando, justifica las ganancias que se generaran y para ello es necesario contemplar costos fijos y variables y venta que es el precio del producto final.

Es importante también según esta teoría el aspecto legal y del medio ambiente para poder ejecutar el proyecto, cumplir con las leyes del país y la relación que tengan con otros tratados internacionales reconocidos por el gobierno del país. Paralelamente cumplir con toda norma que reglamente estas actividades. En cuanto al medio ambiente, este es el que nos permite desarrollar mencionados proyectos, es por eso que hay que cumplir con las leyes ambientales y sobre todo realizar estudios y evaluar el sitio donde se desarrollaran los proyectos. Todo esto con identificar si la viabilidad en cuanto al ambiente es positiva o negativa.(Navarro Dino, 2015)

Otro de los aspectos importantes en la pre factibilidad de un proyecto es el éxito que puede tener la inversión, y todo esto dependerá de la adecuada y consistente formulación y ejecución del mismo. Ya que si está bien formulado las posibilidades de lograr buenos resultados son muy altas y por consiguiente habrá buenos resultados. Por otra parte hay que tener claro que existen diferentes tipos de proyectos los cuales deben cumplir varias etapas para un buen desarrollo.

Entre las etapas que se deben de tomar en consideración están las siguientes: Surgen de una idea: esbozada a nivel general por su autor, que es un innovador. Paulatinamente se convierten en un perfil del proyecto, que se concreta en una formulación ordenada de los grandes temas del estudio, orientada por el empresario con el apoyo de los respectivos expertos. Se cristalizan en un estudio de pre factibilidad: una vez establecida la viabilidad de la idea en términos de sus posibilidades de realización en los terrenos jurídico-legales, pues se han consultado las licencias necesarias (ambientales, sanitarias, etc.), se refina y precisa la elaboración del proyecto con elementos sólidos en todos los temas pero en especial en los claves del mercado, necesidades y características de la tecnología y opinión de los bancos.

Les sigue el nivel de factibilidad: que es un desarrollo detallado y multi profesional de todos los capítulos que se enumeran más adelante, hasta llegar a la ingeniería de detalle. En este nivel el estudio del proyecto debe superar la prueba acida del análisis de los intermediarios

financieros, para aprobar un crédito. Llega la puesta en marcha: son las decisiones de compras, instalaciones y puesta a punto de la planta, junto con las indispensables sincronizaciones de todo el equipo humano para las pruebas y la propia iniciación real de operaciones, contando con los imprevistos y los necesarios ajustes; todo bajo la responsabilidad del grupo gestor y del nuevo gerente.

La plena operación: se refiere a la administración y ejecución, buscando utilidades altas, hacia una labor orientada socialmente con miras al largo plazo. Coordinada por la asamblea de accionistas y la junta directiva. Para un óptimo desempeño y crecimiento: se realizan diagnósticos periódicos, partiendo del plan estratégico y su entorno, evaluando resultados para los correctivos necesarios. . (Araoz Fraser, 2006)

Hay que tener presente según esta teoría que cuando se estudia un proyecto se debe de tratar de dar respuestas sólidas y obtener buenos resultados de los grandes temas de: Ubicación y dimensionamiento, aspectos jurídico-legales, mercado (cada vez más un elemento clave), dirección y organización, elementos técnicos y de operación (para los cuales, es necesario contar con la opinión del mejor experto), suministros y materias primas, producción y/o condiciones de la prestación de los servicios, fuerza laboral, aspectos y proyecciones financieras (en general a cinco años), contabilidad y controles, y relación con la comunidad. Todo lo anterior orientado a la legítima maximización de utilidades, siempre cumpliendo con un propósito social. (Araoz Fraser, 2006)

## **2.2.2 TEORÍA DE ENERGÍAS RENOVABLES**

Según (GTZ) menciona acerca de las teorías de energía renovable es casi imposible determinar el tiempo exacto que se empezó a advertir como se podían aprovechar los recursos naturales como una forma de generación de energía para uso doméstico. Sin embargo, algunos de los precursores que marcan un antecedente histórico se sitúan en el empleo de fuentes energéticas inagotables en el transporte, teniendo como ejemplo la navegación a vela, que empleaba energía eólica de manera práctica y sencilla para impulsar los barcos. (Erenovable, 2015)



Posteriormente aparecieron los molinos de viento que estos daban a conocer las primeras bases de la energía eólica, sumando además a un rediseño de edificios que en aquellos tiempos aprovechaban la energía solar. Luego, esto se vio dejado de lado por el fenómeno de la revolución industrial en donde se utilizaba combustibles fósiles para impulsar motores térmicos.

Cabe mencionar que estos recursos de combustibles fósiles fueron disminuyendo cada vez más quizá por la misma industrialización, y fue allí en donde se comenzó a enfatizar y dar más importancia al concepto de energía renovable como energías alternativas a inicios de los años 70. Fue en esos años que se dieron cuenta del impacto ambiental que generaban las energías a base de combustibles, contrario a las denominadas energías limpias que no contaminaban el ambiente y ofrecían un fuerte potencial de desarrollo.

Si hacemos mención en estas teorías podemos enmarcar que la energía solar tiene su origen desde el nacimiento del sol, hace unos 5000 millones de años. Y todo esto en base al aprovechamiento del uso humano desde antiguas civilizaciones, y si hablamos de energía eólica

Las primeras evidencias del aprovechamiento de la energía eólica datan de hace unos 3.000 años, cuando los babilonios idearon los primeros sistemas de riesgo y navegación a vela apoyados en el uso del viento como fuente de energía. En la Edad Media, alrededor del siglo X aparecen los primeros molinos de viento, que se popularizarían pocos siglos más tarde en zonas como Holanda. Sin embargo, habrá que esperar hasta el siglo XX para ver los primeros molinos capaces de transformar la energía del viento en electricidad, en la década de los años 30 en Estados Unidos.(Erenovable, 2015, parra 3)

### **2.2.3 TEORÍA DEL EFECTO FOTOVOLTAICO**

En esta teoría del efecto fotovoltaico el propulsor de la misma el francés Edmond Becquerel en 1838 cuando tenía sólo 19 años. Becquerel estaba experimentando con una pila electrolítica con electrodos de platino cuando comprobó que la corriente subía en uno de los electrodos cuando este se exponía al sol” (Portal de energía renovable, 2015)

Descubierto el efecto fotovoltaico como fenómeno de difícil aplicación práctica, poco a poco los avances técnicos fueron permitiendo aprovecharlo más eficientemente hasta lograr que se convirtiera en una fuente de energía práctica y fiable. A inicios del S XXI la energía solar fotovoltaica se presenta como una de las opciones con más futuro para liderar la revolución energética que se aproxima. (Portal de energía renovable, 2015)

Siguiendo los pasos de la teoría de efecto fotovoltaico en 1873 Willoghby Smith descubre este efecto pero en sólidos, sobre el selenio para ser más exactos, en 1877 William Grills Adams junto con su alumno Richard Day crean la primera célula fotovoltaica de selenio. Así mismo

La posibilidad de una aplicación práctica del fenómeno no llegó hasta 1953 cuando Gerald Pearson de Bell Laboratories, mientras experimentaba con las aplicaciones en la electrónica del silicio, fabricó casi accidentalmente una célula fotovoltaica basada en este material que resultaba mucho más eficiente que cualquiera hecha de selenio. A partir de este descubrimiento, otros dos científicos también de Bell, Daryl Chaplin y Calvin Fuller perfeccionaron este invento y produjeron células solares de silicio capaces de proporcionar suficiente energía eléctrica como para que pudiesen obtener aplicaciones prácticas de ellas. De esta manera empezaba la carrera de las placas fotovoltaicas como proveedoras de energía. (Portal de energía renovable, 2015, párr. 2)

#### **2.2.4 TEORÍA DE PANELES SOLARES**

Según teoría analizada sobre los paneles solares VAL (2015) menciona que no fue hasta el descubrimiento del efecto fotovoltaico por Henri Becquerel que dio iniciativa a Charles Fritts en 1883 de formar láminas de revestimiento de selenio con una fina capa de oro. Fue desde ese entonces que se creó lo que hoy se conoce como panel solar.

Russel Ohl, un inventor estadounidense en la nómina de los Laboratorios Bell, patentó las primeras células solares de silicio del mundo en 1941. La invención de Ohl llevó a la producción de los paneles solares por primera vez en 1954 por la misma empresa. Los novedosos paneles solares encontraron su uso general por primera vez en satélites espaciales. Para la mayoría de la gente, el primer panel solar en su vida, probablemente estaba en una calculadora – alrededor de la década de 1970. (VAL, 2015, parra 3)

“Hoy en día, los paneles solares y sistemas completos de paneles solares se utilizan para una amplia variedad de aplicaciones....Sin embargo, también se están utilizando para suministrar energía solar para toda la casa y los edificios comerciales...”

## 2.3 CONCEPTUALIZACIÓN

**Pre factibilidad:** Sí aparece el término factibilidad, que refiere a aquello que resulta factible (es decir, que se puede concretar o llevar a cabo). La pre factibilidad, por lo tanto, supone un análisis preliminar de una idea para determinar si es viable convertirla en un proyecto. El concepto suele emplearse en el ámbito empresarial y comercial. Al realizar un estudio de pre factibilidad, se toman en cuenta diversas variables y se reflexiona sobre los puntos centrales de la idea. Si se estima que su implantación es viable, la idea se transformará en un proyecto que será sometido, ahora sí, a un estudio de factibilidad. Este es el último paso antes de que el proyecto se materialice.

A la hora de estudiar la pre factibilidad, se suele recopilar toda la información posible para ponerla a consideración. Lo que permite un estudio de pre factibilidad es minimizar el riesgo: si se advierte que la idea no es factible, puede descartarse sin mayores daños, ya que aún no se habrá concretado el grueso de la inversión que supone la concreción del proyecto. Cuando se planea realizar una inversión, el estudio de pre factibilidad abarca diversas cuestiones. Debe contar con una investigación de mercado y se debe considerar el aspecto legal, por ejemplo. También es necesario prestar atención al plano financiero, a la tecnología y al eventual impacto ambiental, entre otras cuestiones. En concreto, tendríamos que exponer que todo estudio de pre

factibilidad cuenta con una estructura que se encuentra conformada por una serie importante de documentos. (Definiciones. De, 2015)

**Instalaciones solares fotovoltaicas aisladas:** Permiten la generación de electricidad para el consumo directo en una vivienda unifamiliar que se encuentre aislada de cualquier red eléctrica pública de suministro. El principal objetivo de una instalación solar aislada es la de producir energía eléctrica para autoconsumo, sin necesidad de depender de una red eléctrica de distribución y suministro, de modo que se logre ser autosuficiente a este respecto.

Se tratará, por tanto, de describir los elementos que componen una instalación fotovoltaica autónoma, incluyendo catálogos y hojas de especificaciones técnicas de los distintos equipos y exponer un caso práctico de cálculo, que pueda servir de guía y modelo para otras instalaciones. El principio fotoeléctrico: La base sobre la cual se fundamenta los actuales sistemas fotovoltaicos comerciales es el denominado principio fotoeléctrico, mediante el cual las radiaciones de la luz solar se pueden transformar en energía eléctrica. Este efecto tiene lugar en las llamadas células fotoeléctricas, unidad básica que componen los módulos o paneles fotovoltaicos.

Toda radiación de luz solar está compuesta por partículas elementales, llamadas fotones. Estas partículas llevan asociada un valor de energía ( $E$ ), que depende de la longitud de onda ( $\lambda$ ) de la radiación, y cuyo valor cuantitativo. Cuando un módulo fotovoltaico recibe radiación solar, los fotones que componen dicha radiación inciden sobre las células fotovoltaicas del panel. Éstos pueden ser reflejados, absorbidos o pasar a través del panel, y sólo los fotones que quedan absorbidos por la célula fotovoltaica son los que, finalmente, van a generar electricidad.(Ingemecanica, 2015)

**Energía y Energía solar** “la energía de un cuerpo puede ser definida, en sentido amplio, como su capacidad para hacer trabajo” hoy día muchos consideran que ésta definición es inexacta, al menos por dos razones. (González Arias, 2010, p. 3). Energía solar: es la energía radiante del sol recibida en la tierra— es una fuente de energía que tiene varias importantes ventajas sobre otras y que, para su aprovechamiento, también presenta varias dificultades. (Rodríguez Murcia, 2009b, p. 3)

La Energía solar es la que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) procedente del Sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear. El aprovechamiento de la energía solar se puede realizar de dos formas: por conversión térmica de alta temperatura (sistema fototérmico) y por conversión fotovoltaica (sistema fotovoltaico).

La conversión térmica de alta temperatura consiste en transformar la energía solar en energía térmica almacenada en un fluido. Para calentar el líquido se emplean unos dispositivos llamados colectores. La conversión fotovoltaica consiste en la transformación directa de la energía luminosa en energía eléctrica. Se utilizan para ello unas placas solares formadas por células fotovoltaicas (de silicio o de germanio). (Recio Mirrano, 2015)

**Las células Fotovoltaicas:** Las células fotovoltaicas son capaces de convertir la energía solar directamente en electricidad, mediante un dispositivo de estado sólido. Si se piensa en unas condiciones ideales para conseguir energía útil a partir de la energía solar, difícilmente se encontrará algo más directo que la energía solar fotovoltaica. Esta es capaz de suministrar energía eléctrica en lugares remotos y, en caso contrario, permite la posibilidad de suministrar energía eléctrica a la red eléctrica local o global. (Gil García, 2008, p. 163)

Esta consiste en transformar directamente la energía lumínica del Sol en energía eléctrica por medio de las Celdas fotovoltaicas. La célula fotovoltaica, elemento encargado de transformar la energía solar en eléctrica, se basa en un fenómeno físico denominado efecto fotovoltaico, que consiste en la producción de una fuerza electromotriz por acción de un flujo luminoso que incide sobre la superficie de dicha célula. La célula fotovoltaica más común consiste en una delgada lámina de un material semiconductor compuesto principalmente por silicio de cierto grado de pureza, que al ser expuesto a la luz solar absorbe fotones de luz con suficiente energía como para originar el "salto de electrones", desplazándolos de su posición original hacia la superficie iluminada. Al desprenderse estos electrones con su carga negativa (n) originan la aparición de huecos o lagunas con cargas positivas (p).

Como los electrones tienden a concentrarse del lado de la placa donde incide la luz solar, se genera un campo eléctrico con dos zonas bien diferenciadas: la negativa, de la cara iluminada donde están los electrones y la positiva en la cara opuesta donde están los huecos o lagunas. Si ambas zonas se conectan eléctricamente mediante conductores adheridos a cada una de las caras de la placa el desequilibrio eléctrico origina una fuerza electromotriz o diferencia de potencial, creando una corriente eléctrica para igualar las cargas. Dicha corriente, obviamente continúa, se genera en un proceso constante mientras actúe la luz solar sobre la cara sensible de la lámina.(Recio Mirrano, 2015)

## **2.4 INSTRUMENTOS**

Para el proceso de validez y confiabilidad del instrumento cuantitativo se hizo validez de instrumentos y evaluación de confianza del instrumento para medir su fiabilidad.

En la presente investigación se aplicará una encuesta a los habitantes de la comunidad de Marcovia estructurada con (x) preguntas y datos demográficos. La encuesta pasará por la aprobación del asesor metodológico, temático y estadístico para validación y posteriormente se llevará a cabo la aplicación. Así mismo un cuestionario de (X) preguntas estructura para las entrevistas respectivas necesarias de las autoridades municipales.

## **2.5 MARCO LEGAL**

El marco legal se define abordando el marco normativo, regulatorio e institucional al cual el sector eléctrico hondureño se rige.

El sector de los servicios eléctricos en Honduras, funcionaría en base a lo establecido en el marco legal del Decreto Legislativo 158-94 conocido como la Ley Marco del Subsector Eléctrico, su Reglamento, Acuerdo Ejecutivo 934-97, y lo establecido en el Decreto Legislativo 70-2007, Ley de Promoción para la Generación de Energía eléctrica con Recursos Renovables.

La Ley Marco del Subsector Eléctrico definía una estructura institucional y una organización de la industria de la energía eléctrica promoviendo la competencia en el área de generación y distribución, no obstante reservaba un monopolio a la empresa estatal ENEE dominando hasta la fecha la industria eléctrica nacional.

Actualmente en vigencia y mediante Decreto Legislativo Número 404-2013 aparece la nueva Ley General de la Industria Eléctrica quien llega a sustituir lo establecido por la mencionada anterior Ley Marco del Subsector Eléctrico, definiendo nuevos parámetros legales para la compra y venta de energía así como la forma de generación e inversión en el sector. Lo estipulado en esta nueva ley se maneja como un modelo ya implementando en otros países de la región como ser Guatemala y Panamá.

Por consiguiente, se pretende que a través de esta ley el país pueda romper el monopolio eléctrico y entrar a competir en el amplio mercado de la energía en el que la oferta y la demanda definen no solo la calidad del servicio sino el precio justo por consumo; permitiendo al país cumplir con los parámetros establecidos y exigidos en el mercado eléctrico internacional, manteniendo a Honduras vigente en las transacciones del Sistema de Interconexión Eléctrico para los Países de América Central (SIEPAC) del cual es signatario.

La Ley General de la Industria Eléctrica establece que todo contrato de generación será concursado y adjudicado por medio de licitaciones públicas e irán de acuerdo a la necesidad de la demanda energética que presente el país o algún departamento en especial. Razonablemente, se optará por trabajar con la mejor oferta presentada considerando que dicha ley conviene la división de la actual Empresa Nacional de Energía Eléctrica en tres gerencias principales: Generación, Transmisión y Distribución.

Además, se crea la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), anteriormente conocida como Comisión Nacional de Energía, ente sectorial de conducción y regulación económica, con independencia funcional, quien se encargará entre algunas de sus funciones de aplicar y fiscalizar el cumplimiento de las normas legales y reglamentarias que rigen la actividad del subsector eléctrico, para lo cual podrá realizar las inspecciones que considere

necesarias con el fin de confirmar la veracidad de las informaciones que las empresas del sector o los consumidores le hayan suministrado.

De igual forma la función de aprobar las bases de licitación, supervisar los procesos de compra de potencia y energía por las empresas distribuidoras y aprobar los contratos de compra de potencia y energía que resulten de esos procesos, revisar y aprobar, en su caso, los planes de expansión de la red de transmisión elaborados por el Operador del Sistema, o por la correspondiente empresa operadora en el caso de sistemas aislados que cuenten con transmisión, prevenir conductas anticompetitivas, monopólicas o discriminatorias entre los participantes de cada una de las etapas del servicio eléctrico, incluyendo productores y usuarios.(Diario Oficial de la Republica de Honduras, 1829, Art. 3)

Dentro de los artículos 5 y 6 también se mencionan que para las empresas de generación y comercialización se deberán inscribir mediante formulario de inscripción en el Registro Público de Empresas del Sector Eléctrico que llevará la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE) y en donde se hace un apartado para generadores renovables hidroeléctricos sobre licencias de operación, permisos, concesiones, etc. de acuerdo con establecido en Ley N°70-2007.

De igual manera para las empresas transmisoras y las empresas distribuidoras, además de inscribirse en el Registro Público de Empresas del Subsector Eléctrico, estas deberán solicitar y obtener de la CREE una licencia de operación para el servicio público de electricidad. Asimismo se otorgaran los permisos de estudios para la construcción de obras de generación que hayan de utilizar recursos naturales renovables a cuyo efecto podrá establecer condiciones económicas para su otorgamiento. La investigación y estudio, así como la eventual explotación posterior del viento o la radiación solar como fuentes de energía podrá efectuarse libremente en todo el territorio nacional.

Como pieza fundamental dentro del marco legal en temas de generación de energía nos encontramos a su vez con el Decreto 70-2007 que es la Ley de Promoción para la Generación de Energía eléctrica con Recursos Renovables. En esta ley se menciona acerca de los incentivos o



los criterios con los cuales se regulará la generación de energías renovables en Honduras, así como la forma de llevar a cabo cada proceso.

De la misma manera esta ley se centra en la promoción a la generación de energía eléctrica con recursos renovables con medidas de políticas estatales, exoneraciones de pagos de impuestos, venta de energía eléctrica renovable, potencias disponibles de plantas, acuerdos entre otros factores que tienen que ser apegados al marco legal.

También hace mención al plazo de los convenios de concesionamiento de los derechos de aprovechamiento requeridos para los proyectos de generación de energía. La Secretaria de Estado en el Despacho de Finanzas será la encargada de emitir las resoluciones de las solicitudes que se hagan. Se maneja de igual forma los incentivos fiscales establecidos durante la etapa o periodo de estudio del proyecto. Por lo que hace énfasis en que los que se quieran conectar al sistema interconectado nacional deben construir por su propia cuenta sus instalaciones necesarias para el punto de conexión o punto de entrega de energía eléctrica.

Finalizando la síntesis de dicho decreto que abarca muchos aspectos dentro los cuales sobresale el hecho de que los proyectos de generación de energía solar fotovoltaica tendrán derecho a incentivos en especial los que se logren instalar en los primeros dos años contados a partir de la vigencia de este decreto. Así mismo habla de las exoneraciones que tendrán estos proyectos ya que solo pagaran únicamente los impuestos que establece la ley de promoción de generación de energía eléctrica, quedando exentos de todos los demás.

Con este decreto se sabe que es aplicable a cualquier proyecto de generación de energía eléctrica con recursos renovables, amparados en esta ley, independientemente de su tamaño, capacidad o potencia, así como aquellos amparados en el decreto ejecutivo No. PCM-011- 2007 publicado en el Diario Oficial la Gaceta. (Diario Oficial la Gaceta, 1829).

En Diario Oficial La Gaceta de Honduras se publicó como deber siempre dentro de los primeros quince días de cada año el Costo Marginal de Corto Plazo de Generación de Energía Eléctrica (CMCP) que es el precio que regula el mercado en cuanto a la venta de energía en el país. De manera que la mayoría de los contratos se suscriben de acuerdo al precio publicado en

el año en que se firma el contrato. Con la Ley General de Industria Eléctrica todo esto del costo marginal desaparece, ya que la misma presenta otras regulaciones referente a los mismos.

Anteriormente en Honduras se pagó precio por potencia que son los costos fijos y precio por energía que son los costos variables. Hay que hacer notar que en otros países generadores de energía solamente se pagan ese tipo de costos pero a plantas que generan a base de bunker es decir energía térmica o nuclear. Por lo que el costo marginal para el año 2014 estaba conformado por el costo marginal de potencia, cuyo valor es de ocho con 92/100 dólares de los Estados Unidos de América por kilovatio-mes (8.92 \$/kW-mes) y el costo marginal de energía, cuyo valor es de ciento catorce con 14/100 dólares de los Estados Unidos de América por megavatio-hora (114.14us\$/MWh).

## **CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

En este capítulo se presenta la congruencia y matriz metodológica, definición operacional de variables y así mismo se determinó que la metodología a utilizar va en función del tipo de estudio que se está generando, el enfoque de la investigación, diseño, métodos, población, unidad de análisis, técnicas e instrumentos aplicados, fuentes de información y limitantes de estudio con la finalidad de recolectar la información que apoyará a contestar los objetivos de la investigación.

Lo anterior complementará el Marco Teórico presentado en el Capítulo II del presente estudio y se sub divide en las múltiples etapas que conlleva el desarrollo de este estudio de pre factibilidad para la instalación de un sistema solar fotovoltaico asilado en Marcovia, Choluteca.

Se hace descripción del método investigativo, que recaudará la información necesaria según el tipo de fuente y los recursos con los que se tiene a disposición.

### **3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA**

Desarrollar la matriz de congruencia metodológica, la cual busca la relación directa de los objetivos, preguntas de investigación, variables y la misma validez de los resultados que se obtengan de la investigación.

#### **3.1.1 DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES**

En esta sección definiremos cómo medir cada una de las variables de la investigación para identificar cuáles son las dimensiones importantes para la misma, estas serán medidas a través de los indicadores de las dimensiones, las cuales deben tener congruencia con los capítulos

trabajados anteriormente. A continuación se detallan las variables dependientes e independientes identificadas en esta investigación en la figura 3:

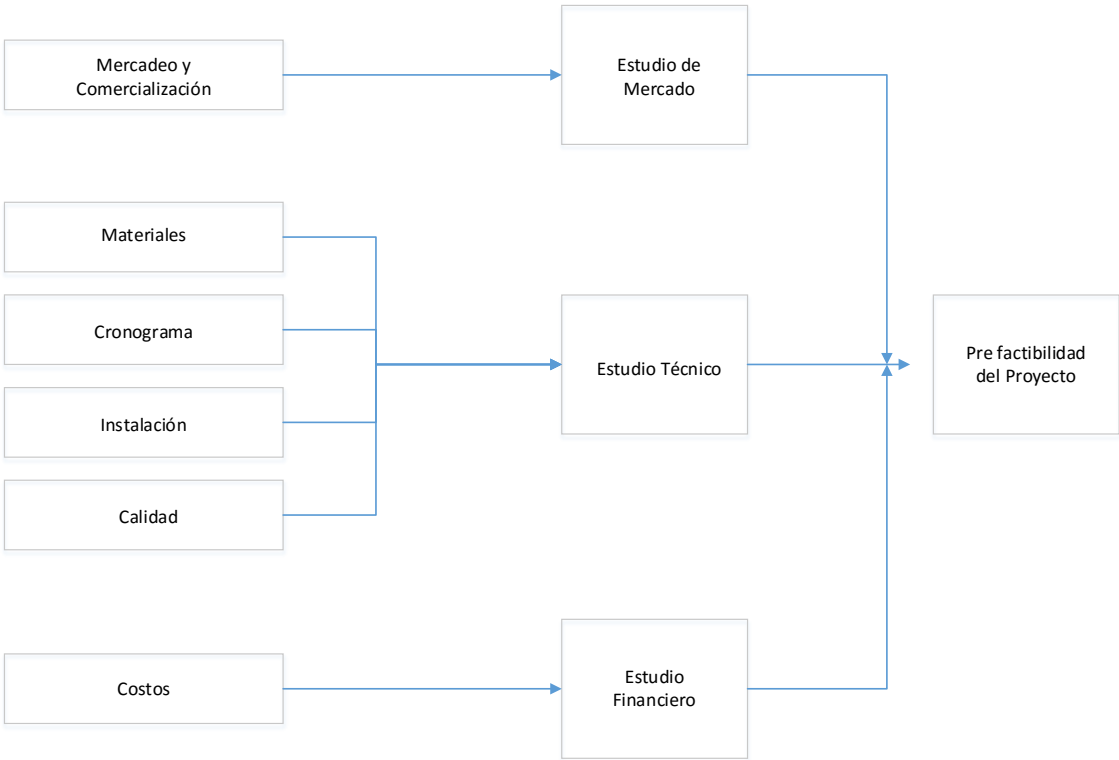


Figura 5: Diagrama de las variables

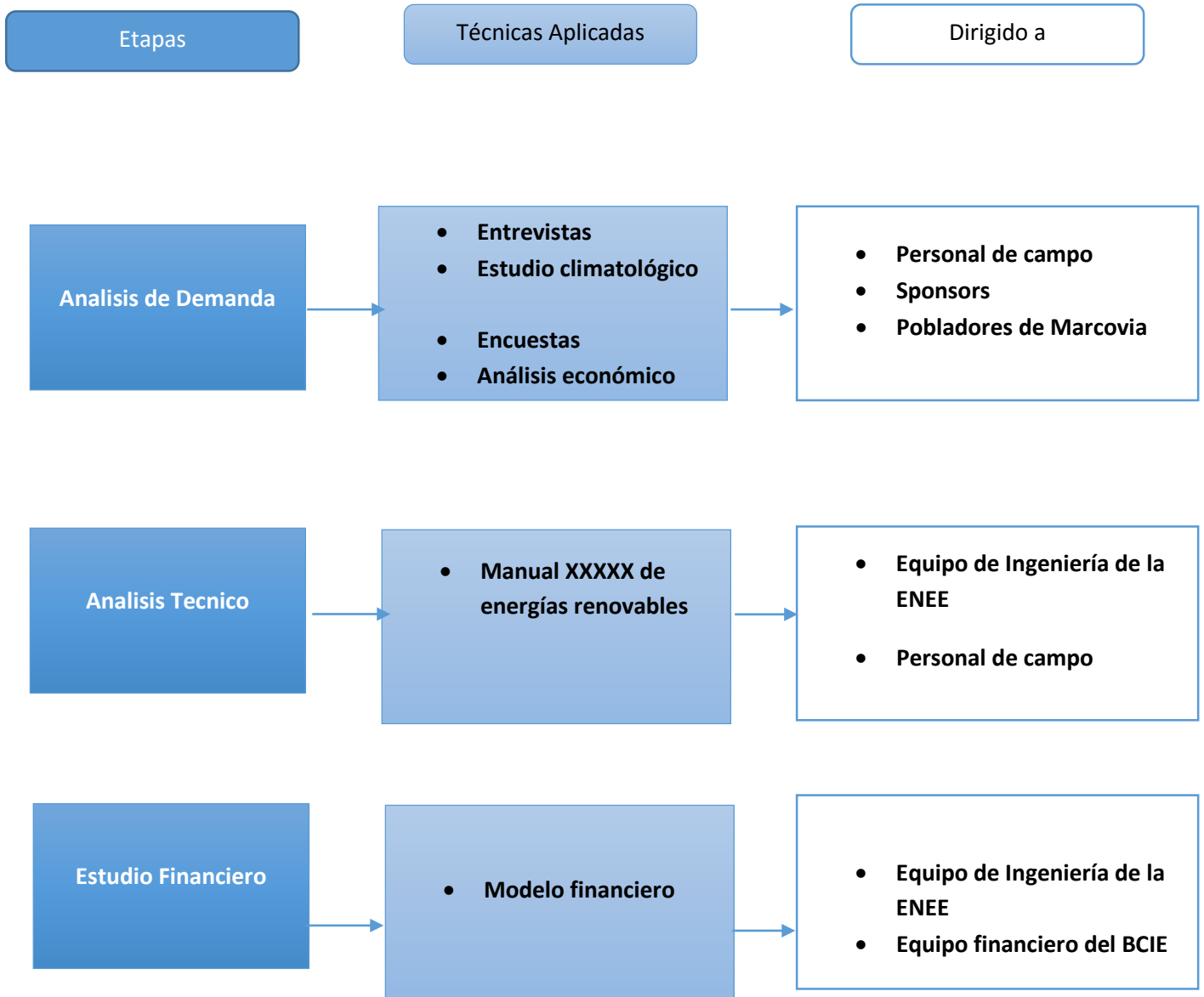
## MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

Definición		Hipótesis	Variable independiente	Objetivos	Indicador	Preguntas
Conceptual	Operacional					
<p>El estudio de mercado consiste en una iniciativa empresarial con el fin de hacerse una idea sobre la viabilidad comercial de una actividad económica</p> <p>El estudio técnico consiste en diseñar y definir los procesos que conformaran el negocio, incluyendo el proceso de compras, el proceso de transporte, el de almacenaje, el de</p>	<p>Se obtendrá la demanda individual y luego se sumara para conocer el requerimiento energético de la muestra, esta se tomara como la demanda de mercado</p> <p>Se medirá mediante las cantidades de obra que serán plasmadas en el diseño del sistema solar fotovoltaico. Lo anterior estará en</p>	<p>H0= El estudio de mercado, estudio técnico, estudio financiero de un sistema solar fotovoltaico aislado en Marcovia, Choluteca si determina la pre factibilidad del proyecto.</p> <p>H1= Debido a su clima, Marcovia cuenta con las condiciones ideales para la instalación de un sistema solar fotovoltaico aislado.</p> <p>H2= Los sistemas solares de paneles solares fotovoltaicos son</p>	<p>Estudio de mercado</p> <p>Estudio Técnico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar las condiciones meteorológicas de la comunidad de Marcovia para asegurar el funcionamiento idóneo del sistema solar fotovoltaico propuesto. •</li> <li>• Proponer un diseño de un sistema solar fotovoltaico aislado en la comunidad de Marcovia en la ciudad de Choluteca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Consumo diario energético</li> <li><input type="checkbox"/> Cantidades de Obra</li> </ul>	<p>¿Cuál es el potencial de energía solar fotovoltaico requerido en la comunidad de Marcovia, Choluteca?</p> <p>¿Cuáles son los requerimientos técnicos para implementar un sistema de energía solar fotovoltaica en Marcovia, Choluteca?</p>

producción, de distribución, de ventas y construcción	función de las normas vigentes para Honduras y se hará en conjunto con la ENEE.	auto sostenibles y tiene una vida útil de hasta 80 años.		Determinar el potencial de energía solar requerido en las viviendas de Marcovia en Choluteca..	<input type="checkbox"/> Diagrama de Gantt <input type="checkbox"/> Bitácora de supervisión <input type="checkbox"/> Acta de Recepción del Proyecto	
En el estudio financiero se evalúa la factibilidad y la rentabilidad del proyecto, teniendo en cuenta los estudios de la inversión y el estudio de los ingresos y egresos.	Se medirá mediante la obtención de un presupuesto general que será analizado bajo los criterios financiero de un análisis económico (TIR y VAN)		Estudio Financiero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar el costo de poseer un sistema de energía solar fotovoltaica aislada a los habitantes de la comunidad de Marcovia.</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Presupuesto	¿Cuál es el costo de inversión para implementar un sistema solar fotovoltaico aislado en Marcovia, Choluteca?
<b>Definición</b>			<b>Variable dependiente</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Indicador</b>	<b>Indicador</b>
<b>Conceptual</b>	<b>Operacional</b>					

<p>Consiste en una breve investigación sobre el marco de factores que afectan al proyecto, así como de los aspectos legales que lo afectan. Así mismo, se deben investigar las diferentes técnicas (si existen) de producir el bien o servicio bajo estudio y las posibilidades de adaptarlas a la región.</p>	<p>Se medirá bajo los resultados obtenidos de los estudios de mercado, estudio técnico y estudio financiero. Lo anterior será tomado como el criterio de referencia para seguir adelante con la ejecución del proyecto.</p>		<p>Rentabilidad de Paneles solares fotovoltaicos aislados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear una estructura organizativa para la sostenibilidad del estudio de pre factibilidad de energía solar fotovoltaica en Marcovia</li> </ul>	<p><input type="checkbox"/> Resultado de los estudios de mercado, técnico y financiero</p>	<p>¿Qué estructura organizativa es la adecuada para la sostenibilidad del estudio de pre factibilidad en la comunidad?</p>
--	---	--	---	--	--	--

### 3.1 2 DIAGRAMA DE FLUJO





### **3.1.3 HIPOTESIS**

A mayor uso de paneles solares, mayor será el aprovechamiento de los recursos naturales y mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes de Marcovia, Choluteca.

### **3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS**

El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativa, en la cual se analizaron todas las variables relacionadas con la pre factibilidad del proyecto. Es cuantitativo, ya que utiliza la recolección de datos para comprobar si la pretensión que influye en la afiliación al conocimiento con base a la medición numérica y el análisis numérico. El método a utilizar es exploratorio descriptivo y correlacional, ya que se hará una relación entre el uso de los paneles y el aprovechamiento y crecimiento económico hacia los habitantes.

### **3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

El diseño de la investigación es no experimental transversal, pues busca especificar propiedades, características y rasgos del fenómeno estudiado en esta investigación, ya que los datos de estudio son recopilados de la comunidad de Marcovia, Choluteca.

#### **3.4.1 POBLACIÓN**

El presente estudio contempla como universo la comunidad de Marcovia en el municipio de Marcovia, departamento de Choluteca, misma que cuenta con 87 viviendas de característica dispersa que representan 413 habitantes donde se aplicaron encuestas a 42 casas. La información se obtendrá por medio de los habitantes de las viviendas y el jefe de Patronato de la comunidad.

### **3.4.2. MUESTRA**

El tipo de muestreo que se realizó el muestreo no probabilístico por conveniencia al grupo focal de Ingenieros expertos en la temática. Adicionalmente se aplicó una muestra probabilística aleatoria estratificada a un grupo selecto de 12 jefes de familia de la comunidad, se considera que este tipo de muestreo es el más adecuado para esta investigación dado que habrá una clara influencia para seleccionar las personas que serán parte de la muestra.

### **3.4.3. UNIDAD DE ANÁLISIS**

La unidad de análisis identificada para este estudio serán los pobladores de la comunidad de Marcovia en Cholulteca.

## **3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS**

Para la recolección de datos se han considerado tanto técnicas, como instrumentos para el área técnica y financiera para poder sobrellevar la información que alimentará los estudios.

### **3.5.1 INSTRUMENTOS**

- TECNICO

Como instrumento de investigación se hizo uso de los cuestionarios y entrevistas para el grupo de especialistas en el tema y las encuestas para los jefes de familia de un grupo selecto de viviendas que incluyen los datos de consumo energético para determinar el requerimiento para diseño del sistema solar fotovoltaico.

- **FINANCIERO**

Como instrumento de investigación se hizo uso de un modelo económico para determinar la tasa interna de retorno y el valor actual neto del proyecto a desarrollar para identificar el costo de la inversión.

### **3.5.2 TÉCNICAS**

Entre las técnicas aplicadas en el desarrollo de la investigación se utilizaron las siguientes:

- Investigación documental
- Investigación de campo
- La observación

La técnica más apropiada para realizar esta investigación es la encuesta, ya que con esta se podrán recolectar los datos necesarios para cumplir nuestros objetivos.

### **3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Para el presente estudio se han consultado fuentes primarias como secundarias, que se señalan a continuación.

#### **3.6.1 FUENTES PRIMARIAS**

La principal fuente de información primaria para poder desarrollar la Pre factibilidad de un Sistema solar fotovoltaico, fue la base datos de Instituto Nacional de Estadística (INE) y el departamento de Planificación y Desarrollo de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica

(ENEE). Adicionalmente se tomaron como referencias las recomendaciones técnicas de diversas literaturas y los datos obtenidos del levantamiento de encuestas en la comunidad de Marcovia en Choluteca.

### 3.6.2 FUENTES SECUNDARIAS

Se consultaran fuentes secundarias para poder desarrollar la Pre factibilidad de un Sistema solar fotovoltaico, estas fuentes serán básicamente libros, revistas, documentos académicos, boletines informativos, páginas de internet que se plasmaran en la bibliografía del presente documento.

## 3.7 LIMITANTES DEL ESTUDIO

Existen algunas limitaciones para obtener la información de la inversión que se tiene que hacer para lograr implementar las encuestas, entrevistas o visitas al lugar. Así mismo, se tendrán algunas limitaciones en lograr obtener los datos precisos para la instalación de paneles solares fotovoltaicos que darán el suministro de energía eléctrica a la población beneficiada.

Una de las posibles limitantes es la mala condición de la estructura de las viviendas de escasos recursos o los atrasos por instalación tardía de los paneles, por falta de mano de obra o disponibilidad de materiales especializados técnicos.

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANALISIS

En el presente capítulo se presentan los resultados que se generaron mediante la aplicación de los instrumentos de investigación a la comunidad de Marcovia, Choluteca. Los resultados se presentan conforme a las etapas del estudio de pre factibilidad que se realizó para la instalación de un sistema solar fotovoltaico aislado en dicha comunidad.

### 4.1 DESCRIPCION DEL PRODUCTO O SERVICIO

Sistema solar fotovoltaico aislado instalado en cada vivienda de Marcovia, Choluteca bajo la finalidad de proveer energía eléctrica para cubrir las necesidades básicas. El panel a instalar será marca SYNTHESIS POWER de 50 cm x 50 cm con una producción de 65 W.



## **4.2 DEFINICION DEL MODELO DE NEGOCIO**

El producto será socializado con el alcalde de Marcovia, líderes de patronato y líderes del caserío de Marcovia así mismo se deberán hacer reuniones informativas con la comunidad para que se involucren en el proyecto y logrando concienciar a la población mostrando lo importante que es para el desarrollo de la comunidad tener un proyecto de generación de energía para la electrificación de su caserío.

## **4.3 FACTORES CRITICOS DE RIESGO**

Desde el punto de vista de los impactos medioambientales, las tecnologías fotovoltaicas ofrecen más beneficios que afectaciones, pues conllevan una reducción gradual del consumo de recursos agotables, así como de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera; sin embargo, ninguna tecnología es totalmente inocua, siendo necesaria su evaluación para cumplir lo establecido en el marco regulatorio del proceso inversionista, y la consiguiente obtención de la Licencia Ambiental.

El aprovechamiento fotoeléctrico de la energía solar requiere valorar las afectaciones ambientales provocadas por la introducción de dicha tecnología. En el paisaje ello se detecta de inmediato, debido a que las infraestructuras que se implantan van a producir una modificación paisajística.

En realidad, en lo concerniente al medio ambiente las tecnologías fotovoltaicas son de las más benignas; no obstante, se deben identificar aquellas acciones que incidirán directamente sobre las variables ambientales, y de esta manera realizar los análisis para adoptar las medidas necesarias que mitiguen aún más sus efectos. El resultado irá dirigido a armonizar las variables y hacer más sostenible la inversión.

En las instalaciones que se ubican a campo abierto, durante la fase de construcción es necesario realizar el desbroce y limpieza de la superficie de la instalación, construcción de obras civiles necesarias para la infraestructura, así como para la cimentación estructural de los paneles. De manera general, se considera que los impactos en este tipo de instalaciones, en la fase de obra son mínimos y poco significativos.

Ya durante la etapa de funcionamiento y operación de la central fotovoltaica, se producen otros impactos como son: la ocupación permanente del suelo por un espacio de 25 años como mínimo; impacto sobre la variable paisajística provocado por una superficie cubierta por las placas solares; y contaminación lumínica debido a la reflexión de la luz solar en los cristales que cubren los dispositivos.

A diferencia de los sistemas tradicionales de energía, el equipamiento fotovoltaico puede armonizarse razonablemente con los atributos naturales del paisaje. Su impacto puede manejarse de manera controlada en sitios o locales específicos, y su explotación no suele generar impactos irreversibles en la perspectiva medioambiental.

A excepción del panel, los demás componentes del sistema deben estar protegidos contra la lluvia, el polvo, la radiación y la humedad. Estos factores tienden a provocar corrosión, bajo rendimiento energético y deterioro, que pueden evitarse con medidas sencillas y puntuales.

Estos riesgos, al igual que los anteriores, deben ser tenidos en cuenta desde la etapa de pre inversión, previendo y aplicando las medidas encaminadas a su reducción o erradicación. Del total de los materiales que conforman una central fotovoltaica conectada a la red, más de 60% son metálicos, y en dependencia de su composición (ferrosa y no ferrosa) pueden ofrecer más o menos resistencia a la corrosión.

La humedad relativa del aire y del suelo también debe ser evaluada, principalmente la de la tierra, que puede acelerar procesos de corrosión de las estructuras metálicas y afectar la

estabilidad estructural de la instalación. Existen sitios que de forma puntual presentan alteraciones de la humedad en el suelo debido a la cercanía de embalses, ríos, decantaciones, canales, cuencas hídricas superficiales, salideros en conductoras, zonas bajas y otras causas. Esto también debe ser valorado y controlado.

En cuanto a la normalización de estos proyectos, la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, encargada de regularizar los proyectos, obras y actividades que están sujetos al proceso de evaluación de impacto ambiental, emite una Tabla de Categorización Ambiental, para lograr el cumplimiento de los objetivos y responsabilidades encomendadas, en virtud de lo establecido en la Ley General del Ambiente y sus reformas, dicha Tabla tiene como objetivo fundamental identificar las actividades, obras o proyectos sujetos al proceso de evaluación de impacto ambiental, así como de categorizarlos o clasificarlos según su impacto ambiental potencial.

También cumple la función de servir de base técnica para establecer la categoría de riesgo ambiental de las actividades, obras o proyectos que se encuentran en operación, a fin de orientar a las diferentes actividades respecto a las acciones de trámite administrativos de índole ambiental vinculados a permisos, autorizaciones y labores de control, según el cumplimiento del principio de proporcionalidad.

#### **4.6 ESTUDIO DE PRODUCCION Y OPERACIONES**

Para el desarrollo del proyecto solar aislado para la comunidad de Marcovia, Choluteca, será necesario detallar cuáles serán los procesos a ejecutar para la instalación exitosa de paneles solares en cada una de las viviendas a ser beneficiadas.



#### 4.6.1 DISEÑO DE PRODUCTO O SERVICIO

Para el diseño del sistema solar fotovoltaico aislado se contará con los componentes del sistema mostrados en la figura siguiente:



#### Paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos son elementos que aprovechan el efecto fotoeléctrico de ciertos materiales semiconductores que tienen la capacidad de transformar la energía lumínica solar en energía eléctrica.

El objetivo es el utilizar unos paneles con una relación rendimiento/precio más alta posible, siendo preferibles paneles con alta potencia específica frente a los de baja potencia, ya que de ese modo se minimiza la superficie de terreno necesaria para conseguir una determinada potencia.

## **Características de los paneles**

Se opta siempre por los paneles de mayor potencia. En cuanto al rendimiento se interesa que este sea el máximo posible. Para los coeficientes de temperatura para la tensión y la corriente generadas, interesa que la temperatura ambiente afecte lo mínimo posible a las características eléctricas del panel, de forma que en los días de alta temperatura y poco viento, la alta temperatura que alcanzará el panel no merme la potencia generada. En cuanto al peso y sus dimensiones éstas deberán ser relativamente pequeños, para que de ese modo no se tengan que sobredimensionar los soportes. Los paneles solares deberán estar orientados hacia el sur para poder captar la mayor cantidad de radiación solar y su inclinación mínima será a  $10^\circ$  para evitar la acumulación de polvo y de partículas extrañas en la superficie.

## **Batería**

En los sistemas fotovoltaicos las baterías o acumuladores se utilizan principalmente como sistemas de almacenamiento energético, debido al desplazamiento temporal que puede existir entre los periodos de generación (durante el día) y en los periodos de consumo (durante la noche) permitiendo la operación de las cargas cuando el generador fotovoltaico por sí mismo no pueda generar la potencia suficiente para abastecer el consumo.

La mayoría de las baterías del mercado son plomo-acido (Pb-a) las cuales se adaptan bien a la operación de sistemas fotovoltaicos siempre y cuando se pueda realizar un mantenimiento adecuado. El ciclado se refiere al proceso de carga y descarga en una batería, la descarga es el proceso en que la batería suministra una corriente durante un determinado tiempo (régimen de descarga). Se considera un ciclo como una descarga seguida de una recarga. La recarga puede ser muy pequeña o muy profunda un 100% de profundidad de descarga suministra información acerca de la capacidad de la batería a un determinado régimen de corriente.

## Controlador de Carga

El controlador de carga protege a la batería contra posible sobrecarga del módulo solar y evita que sea fuertemente descargada durante los consumos. Las características de carga comprenden diversos estadios que incluyen la adaptación automática a la temperatura ambiente.

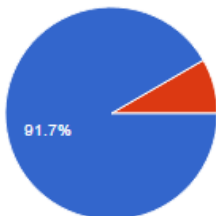
Dentro de sus características deberá poseer una visualización clara y legible del estado de la carga, señal acústica cuando el estado de carga cambia, desconexión por bajo voltaje regulada por el estado de carga o por el voltaje y una protección electrónica completa.

## Inversor

En los sistemas fotovoltaicos autónomos para poder utilizar cargas en corriente alterna se necesita un dispositivo electrónico, denominado inversor, que convierte la corriente continua en corriente alterna. Habitualmente en sistemas fotovoltaicos autónomos el inversor está conectado a una batería.

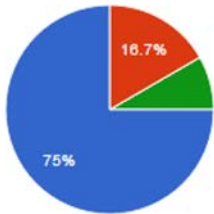
### 4.6.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE DEMANDA

Estudio Socioeconómico de la población

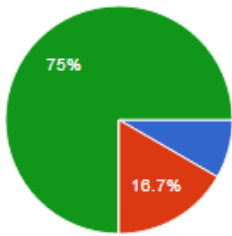


a. Propia	11	91.7%
b. Alquila	1	8.3%
c. Otros	0	0%

Figura 6: Gráfico de Pertenencia de Viviendas.



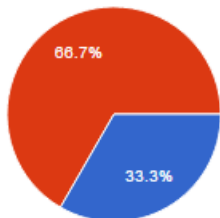
a. Pesca	9	75%
b. Comercio	2	16.7%
c. Profesional	0	0%
d. Otros	1	8.3%



a. Pesca	1	8.3%
b. Comercio	2	16.7%
c. Profesional	0	0%
d. Otros	9	75%

Figura 7: Gráficos de Orientación de Trabajo.

Se observa que en su mayoría las orientaciones del trabajo están encaminadas a la Pesca por parte del sexo masculino quien aporta económicamente en el hogar. El sexo femenino se dedica a trabajos orientados con el hogar.



a. De 500 a 1000	4	33.3%
b. De 1001 a 2000	8	66.7%
c. De 2001 a 3000	0	0%
d. De 3001 a 4000	0	0%
e. De 4001 a 5000	0	0%
f. De 5001 en adelante	0	0%

Figura 8: Gráfico de Ingresos Familiares.

Se observa un bajo ingreso económico mensual por familia en la comunidad de Marcovia, Choluteca que ronda entre los L. 1000.00 a L.2000.00

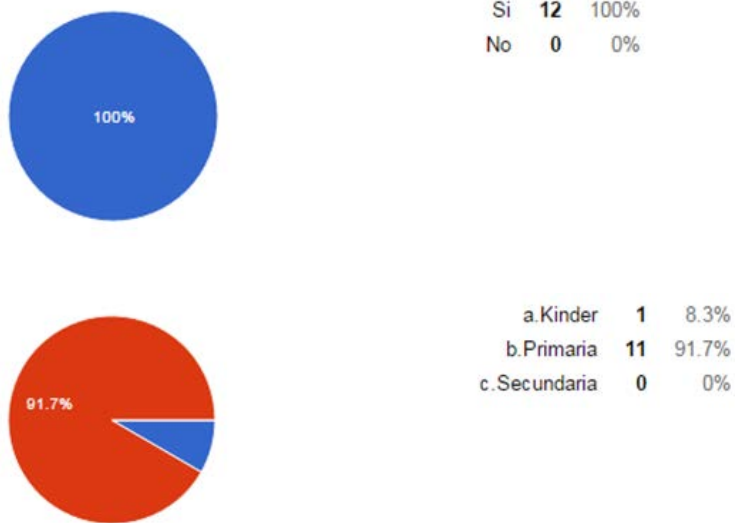


Figura 9: Gráfico de Escolaridad.

La comunidad sí cuenta en un 100 por ciento con centros de escolaridad sin embargo atienden hasta el nivel educativo primario.

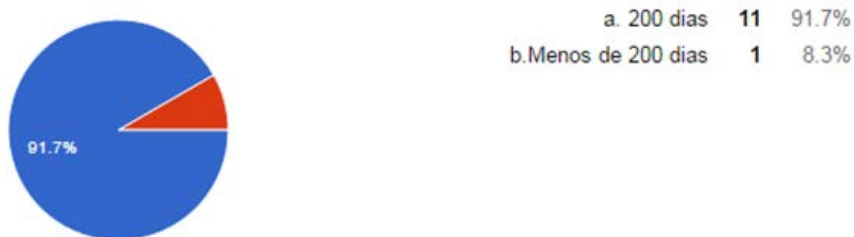
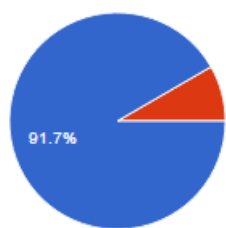


Figura 10: Gráfico de Asistencia Escolar.

Los centros escolares sí cumplen con los 200 días de clases estipulados por el ministerio de Educación.



a. Trabajan	11	91.7%
b. Estudian	1	8.3%
c. Otros	0	0%

Figura 11: Gráfico de dedicación de jóvenes una vez finalizado el nivel de escolaridad primaria.

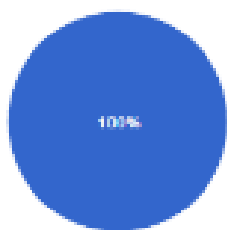
Una vez graduados del nivel educativo primario los jóvenes de la comunidad de Marcovia se dedican a trabajar en su mayoría.



Si	12	100%
No	0	0%

Figura 12: Gráfico de existencia de centro médico.

La comunidad en estudio sí cuenta con un centro de salud para atención de sus habitantes.



a. Diario	12	100%
b. Semanal	0	0%
c. Mensual	0	0%

Figura 13: Gráfico de atención médica.

La atención del centro de salud se realiza diariamente para las necesidades de su población.

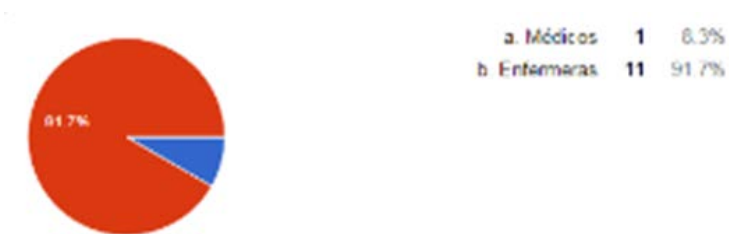


Figura 14: Gráfico de Personal Médico en Centro de Salud.

El personal médico consta en su mayoría con enfermeras para las atenciones médicas de sus pobladores.



Figura 15: Gráfico de Nivel de Satisfacción Médico.

La percepción del nivel de atención y satisfacción por parte del centro de salud se considera bueno por parte de sus habitantes.

## Aspectos de Energía



Figura 16: Gráfico de tipo de energía utilizada para cocinar.

Claramente no existe energía eléctrica en la población por lo que se muestra el uso de la leña como medio de energía para la cocción.



Figura 17: Gráfico de tipo de energía utilizada para iluminación.

La leña es utilizada como único medio por la población para iluminar sus viviendas.

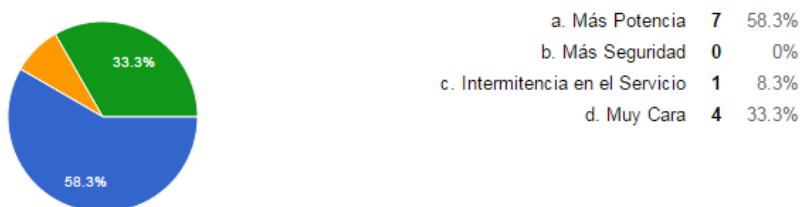


Figura 18: Gráfico de ventajas de energía eléctrica



Los habitantes de la comunidad tienen una percepción de que la energía eléctrica de la ENEE tiene como principal ventaja una mayor potencia sin embargo les preocupa el costo económico de la misma.



Figura 19: Gráfico de interés en obtener energía eléctrica

En su totalidad los habitantes de la comunidad sí tienen interés por contar con el servicio de energía eléctrica.



Figura 19: Gráfico de conocimiento de la energía solar y su aprovechamiento.

Los habitantes de la comunidad si tienen conocimiento en un 100 por ciento del aprovechamiento que la energía solar puede brindar.



Figura 3: Gráfico de aceptación de un sistema solar en su vivienda.

La mayoría de los habitantes sí estarían dispuestos a instalar un sistema solar como alternativa de generación de energía en sus viviendas.



Figura 4: Gráfico del tipo de energía de su preferencia.

A pesar de ser un sistema solar fotovoltaico aislado una alternativa para suplir las necesidades eléctricas de la población, el 83 por ciento preferirían contar con el fluido eléctrico de la red nacional.

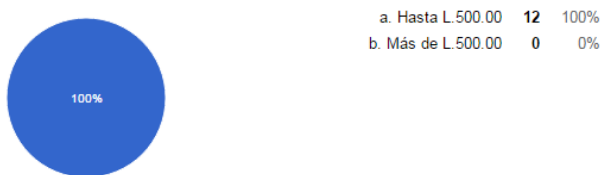


Figura 5: Gráfico de pago por consumo de energía.

Los pobladores estarían dispuestos a pagar hasta un máximo de L.500 por consumo de energía eléctrica.



Figura 6: Gráfico de personal para instalaciones de sistemas solares.

Los habitantes no conocen personal en la zona que instale sistemas solares fotovoltaicos.

### 4.6.3 RESULTADOS DEL ESTUDIO TÉCNICO

Una vez analizados los resultados se procede a considerar el dimensionamiento de un sistema solar fotovoltaico aislado, donde se deben tomar en cuenta los siguientes pasos:

#### *Estimación del consumo*

Es fundamental los datos aportados por el consumidor, y deberán ser siempre lo más realista posible para evitar desviaciones en el dimensionamiento. La instalación se realizará para una vivienda de uso diario todo el año, por ello, se seleccionó el valor promedio de todo el año y se propone un plan de manejo para no sobrecargar el sistema.

En este proyecto, se propone el siguiente consumo por vivienda y plan de manejo. La carga propuesta es de equipos encontrados en el mercado nacional

**Tabla 1: Consumo total por vivienda con sistema propuesto**

Equipo a utilizar en el sistema	Cantidad	Carga por equipo (W)	Horas de uso propuestas por equipo/día	Carga total diaria W/h/d
Focos	4	7	4	112
Televisor	1	30	3	90
Radio	1	7	3	21
Celular	1	5	3	15
Total				238

Para el cálculo de la cantidad de paneles requeridos para la cobertura total del consumo, se seleccionó un tipo de panel policristalino, disponible en el mercado nacional. Para la propuesta de diseño, utilizaremos los datos del panel de 65 W de la marca Synthesis Power, el cual tiene una eficiencia de 14%.

En primer lugar, se considera la radiación mínima para cada ubicación, dato obtenido de las tablas seleccionadas de la NASA para cada Municipio. Seguido, se calcula la producción por m<sup>2</sup> dividiendo la radiación mínima/eficiencia del sistema. La eficiencia del sistema considera la eficiencia total del panel, del controlador y de la batería, datos provistos por cada distribuidor de los componentes.

Una vez obtenidos los kWh requeridos del sistema, según propuesta de consumo y control de manejo, se calcula el tamaño del sistema en m<sup>2</sup>, dividiendo el consumo en kWh/producción por m<sup>2</sup> obtenidos en cálculo anterior. Al multiplicar este resultado por la eficiencia del panel obtenemos el tamaño del sistema en kWp, en otras palabras, el tamaño necesario para suplir la mayor demanda en un tiempo específico.

Ahora podemos determinar el número de módulos al dividir el tamaño del sistema en Wp/capacidad del panel, para efectos de este diseño se propusieron paneles con potencia de 65 W.

### ***Dimensionado del sistema de acumulación (número de baterías)***

Para el dimensionamiento del sistema de acumulación es importante considerar los días de autonomía que se van a otorgar a la instalación. Para proyectos domésticos se suelen tomar entre 3 y 5 días de autonomía. Al determinar el tamaño requerido de la batería, se multiplican los días de autonomía, en este caso 3, por los kWh requeridos por sistema. Para este diseño, se seleccionó una batería de 12V y 105 amph en concordancia con el porcentaje de descarga y que se encuentren disponibles en el mercado nacional, considerando un costo-eficiencia de la misma.

### ***Controlador de carga***

El tamaño del controlador de carga se determina dividiendo el tamaño del sistema en kWp por el Voltaje del controlador seleccionado para el sistema, en este caso uno de 12 V.

### ***Inversor***

El inversor es seleccionado considerando la demanda pico y su amperaje requerido, obtenido de los valores de voltajes/demanda pico en Watts de los inversores propuestos.

### ***Cálculos del Sistema y sus componentes***

Existen distintos software y programas que facilitan estos cálculos de modo que agilizan el diseño de los distintos sistemas. A continuación, se presentan las tablas de resultados por Municipio, después de haber aplicado las formulas anteriormente descritas para cada localidad.

Tabla 2: Demanda de la energía general

Parámetro	Unidad	Valor
Demanda promedio por día	kWh/día	0.238
Demanda pico	kW	0.07
Horas de uso	horas	24

Tabla 3: Datos para el tamaño del Sistema

Parámetro	Unidad	Valor
Eficiencia del panel	%	14%
Eficiencia del controlador	%	99%
Eficiencia de la batería	%	80%
Eficiencia total	%	11%

Tabla 4: Tamaño de la batería

Parámetro	Unidad	Valor
Autonomía	días	3
Tamaño baterías	kWh	0.714
Voltaje	V	12
% max de descarga	% DOD	80%
	amph	74.375
Unidad de amp de batería	amph	105
No de baterías instal	no	0.7

Tabla 5: Tamaño del controlador de carga

Parámetro	Unidad	Valor
Voltaje	V	12
Amperaje	max amp	5.09

Tabla 6: Tamaño del Inversor

Parámetro	Unidad	Valor
Voltaje	V entrada	12
	V salida	115
	Watt	70
Amperaje	max amp	5.83

Para el cálculo del tamaño del panel requerido se considera la radiación mínima de cada Municipio, según datos obtenidos de la NASA. Para ello, se presentan los datos correspondientes para el Municipio de Marcovia:

Tabla 7: Tamaño del panel requerido para Marcovia

Parámetro	Unidad	Valor
Radiación mínima	kWh/m2 día	5.20
kWh requeridos	kWh/día	0.238
Eficiencia del sistema	%	11%
Producción por m2	kWh/m2 día	0.58
Tamaño sistema	m2	0.41
Tamaño sistema	kWp	0.06
Tamaño sistema	Wp	57.79
Capacidad por Modulo	Wp	65.00
No de módulos instal	No	0.89
Producción año mes critico	kWh/año	87

### 4.6.2 INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN





## 4.7 ESTUDIO FINANCIERO

### 4.7.1 COTIZACION ELEMENTOS SOLARES

Se realizó la cotización de los elementos necesarios para la instalación de un sistema solar fotovoltaico aislado en la reconocida empresa "Solaris". Se adjunta cotización para referenciación.



Col. Palmira Ave. Republica de Chile, Casa # 218  
Teguigalpa, Honduras  
Tel. (504) 2239-8213, 2232-0186, 2232-1831 Fax. ( 504) 2239-1028  
www.solarishn.com  
Sps: 2250-867, Danli: 2763-5297, La Ceiba: 2441-1816

Página: 1 de 1

### COTIZACION

Fecha	Referencia
3/2/2016	No.Docu.: 03749

Vendedor: Carlos Rene Coello P  
Correo Electronico: ccoello@solarishn.com

Nombre/Dirección
Ene
.....

Codigo	Cant.	Descripcion
847	1,0	MODULO SOLARIS-EGE 65 WATTS
156	1,0	CONTROLADOR PHOCOS CML 10 AMP 12/24
338	1,0	BATERIA SP-27 12 VOL 105 AMP SYNTHESIS POWER
780	1,0	INVERSOR AISM DE 400W
777	4,0	FOCO LED 5W 12V DICA
002	1,0	MATERIALES MANO DE OBRA Y TRANSPORTE

Gracias Por Prefererimos	Sub Total	LPS 18.046,26
Al Firmar la presente Cotizacion la Convierte en Orden de Compra	Total impuesto	LPS 1.410,00
Firma _____	Gran Total	LPS 19.456,26

#### 4.7.2 ESTIMACION DE CONSUMO Y FACTURACION ANUAL

<b>Factura energética anual por vivienda</b>	
Tarifa de energía eléctrica Lps/KWh	L. 2.4043
Consumo mensual por vivienda KWh/mes	7.14
Consumo anual por vivienda KWh/año	86
*Ajuste por combustible	30.00%
Costo de energía consumida mensual	L. 17.17
Costo de Energía consumida anual	L. 206.00
Costo por ajuste de combustible (variable)	L. 61.80
<b>Factura energética anual</b>	<b>L. 267.80</b>
<b>Factura energética anual por Comunidad (12 viviendas)</b>	<b>L. 3,213.61</b>

\*El ajuste por combustible se modifica mensualmente, al haber bajas o alzas en el precio de los carburantes, según sea el caso, o mantenerse de no haber fluctuación en el costo de los derivados del petróleo.

\*El pliego tarifario de la Enee, vigente desde febrero de 2009, se fijó el precio del barril de combustible en 55 dólares.

#### 4.7.1 PRESUPUESTO GENERAL

PRESUPUESTO ESTIMADO PARA EL PROYECTO DE INSTALACION DE 12 SISTEMAS SOLARES								
Cambio estimado del dólar al mes de Diciembre 2015 de Lps. 22.36								
DURACION DEL PROYECTO 1 MES								
	Componente	Precio Unitario Lps.	Precio Unitario US\$	Cantidad	Unidad	Firma de ejecución técnica US \$.	Ente de financiamiento US \$	Total Lps.
1	Paneles Solares	18,500.00	827.37	12	Sistemas Solares		9,928.44	222,000.00
2	Instalaciones eléctricas domiciliarias	1,200.00	53.67	12	Viviendas		644.01	14,400.00
3	Levantamiento de Linea Base	50000	2,236.14	1	Global	2,236.14		50,000.00
4	Gerente de Proyecto	35,187.00	1,573.66	1	Persona	1,573.66		35,187.00
5	Gerente Administrativo	35,187.00	1,573.66	1	Persona	1,573.66		35,187.00
6	Secretaria	2,000.00	89.45	1	Persona	89.45		2,000.00
7	Tecnicos	7,000.00	313.06	3	Persona	939.18		21,000.00
8	Conductor	3,000.00	134.17	1	Persona	134.17		3,000.00
9	Viaticos	15,000.00	670.84	1	Global	670.84		15,000.00
10	Combustible	5,000.00	223.61	1	Mes	223.61		5,000.00
11	Vehiculo	5,000.00	223.61	1	Mes	223.61		5,000.00
12	Mobiliario y Equipo de	3,000.00	134.17	1	Global	134.17		3,000.00

	Oficina							
13	Papeleria	3,000.00	134.17	1	Global	134.17		3,000.00
14	Fotocopias	1,000.00	44.72	1	Global	44.72		1,000.00
15	Capacitaciones mantenimiento	10,000.00	447.23	1	capacitacion	447.23		10,000.00
	<b>TOTALES</b>					<i>7,977.37</i>	<i>10,572.45</i>	<i>414,774.00</i>
	<b>PARTICIPACION</b>					<i>0.43</i>	<i>0.57</i>	
	Costo del Dólar a Diciembre 2015	22.36						

## 4.7.4 ESTUDIO ECONOMICO

Detalle	Año	Flujos de efectivo	Valor Presente
<b>Inversión Inicial</b>	0	<b>-424,774.00</b>	<b>L. -424,774.00</b>
<b>Facturas Energéticas Comunidad Marcovia</b>	1	L. 3,213.61	L. 3,003.37
	2	L. 3,406.42	L. 2,975.30
	3	L. 3,610.81	L. 2,947.50
	4	L. 3,827.46	L. 2,919.95
	5	L. 4,057.10	L. 2,892.66
	6	L. 4,300.53	L. 2,865.63
	7	L. 4,558.56	L. 2,838.84
	8	L. 4,832.08	L. 2,812.31
	9	L. 5,122.00	L. 2,786.03
	10	L. 5,429.32	L. 2,759.99
	11	L. 5,755.08	L. 2,734.20
	12	L. 6,100.38	L. 2,708.64
	13	L. 6,466.41	L. 2,683.33
	14	L. 6,854.39	L. 2,658.25
	15	L. 7,265.66	L. 2,633.41
	16	L. 7,701.60	L. 2,608.80
	17	L. 8,163.69	L. 2,584.42
	18	L. 8,653.51	L. 2,560.26
	19	L. 9,172.72	L. 2,536.33
	20	L. 9,723.09	L. 2,512.63
	21	L. 10,306.47	L. 2,489.15
	22	L. 10,924.86	L. 2,465.88
	23	L. 11,580.35	L. 2,442.84
	24	L. 12,275.17	L. 2,420.01
	25	L. 13,011.68	L. 2,397.39
	26	L. 13,792.38	L. 2,374.99
	27	L. 14,619.93	L. 2,352.79
	28	L. 15,497.12	L. 2,330.80
	29	L. 16,426.95	L. 2,309.02
	30	L. 17,412.57	L. 2,287.44
	31	L. 18,457.32	L. 2,266.06
	32	L. 19,564.76	L. 2,244.88
	33	L. 20,738.65	L. 2,223.90
	34	L. 21,982.96	L. 2,203.12
	35	L. 23,301.94	L. 2,182.53
	36	L. 24,700.06	L. 2,162.13
	37	L. 26,182.06	L. 2,141.92
	38	L. 27,752.99	L. 2,121.91
	39	L. 29,418.17	L. 2,102.08

	40	L. 31,183.26	L. 2,082.43
	41	L. 33,054.25	L. 2,062.97
	42	L. 35,037.51	L. 2,043.69
	43	L. 37,139.76	L. 2,024.59
	44	L. 39,368.14	L. 2,005.67
	45	L. 41,730.23	L. 1,986.92
	46	L. 44,234.04	L. 1,968.35
	47	L. 46,888.09	L. 1,949.96
	48	L. 49,701.37	L. 1,931.73
	49	L. 52,683.45	L. 1,913.68
	50	L. 55,844.46	L. 1,895.79

<b>VNA</b>	<b>L. -304,367.54</b>
<b>TIR</b>	2%
<b>TASA DE INTERÉS</b>	7%

Según la corrida de análisis económico que antecede, el proyecto de instalación de sistemas solares fotovoltaicos aislado en la comunidad de Marcovia, Choluteca no es factible, por lo que se clasifica como un proyecto de carácter social para modificar la calidad de vida de los pobladores.

#### 7.4.5. COMPARATIVO SISTEMA SOLAR CON CONVENCIONAL

Para poder realizar un análisis comparativo entre la instalación de un sistema solar fotovoltaico aislado para 12 viviendas de escasos recursos en Marcovia, Choluteca, se tomó como referencia el costo real de instalación a la red nacional de tendido eléctrico perteneciente a la Empresa Nacional de Energía Eléctrica.

<b>Inversión realizada en viviendas con Sistema Fotovoltaico Aislado</b>	
<b>Cantidad de viviendas</b>	12
<b>Costo del sistema solar fotovoltaico</b>	L. 35,397.83
<b>Inversión total L.</b>	<b>L. 424,774.00</b>
<b>Inversión total U\$</b>	<b>\$18,997.05</b>

En el siguiente cuadro, se puede apreciar que la actividad de instalación de esta pequeña comunidad a la red nacional es un 83% mas elevado que instalar por medio de una donación externa los sistemas solares aislados.

<b>Inversión realizada en viviendas con sistema convencional de ENEE</b>	
<b>Cantidad de viviendas</b>	12
<b>Estimación Costos Línea de Distribución 34.5KV 1 fase+ neutro (U\$/km)</b>	\$5,035.20
<b>Distancia Considerada a Comunidad km</b>	25.00
<b>Inversión total L.</b>	<b>L. 2517,446.93</b>
<b>Inversión total U\$</b>	<b>\$112,587.07</b>

## **CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

1. Sustentando la hipótesis planteada de que a mayor implementación de un sistema solar fotovoltaico, mayor será el crecimiento social y económico de la comunidad de Marcovia, la alternativa seleccionada suplirá necesidades básicas de carácter energético como ser iluminación, comunicación, información y entretenimiento, llevando energía a través de un panel solar policristalino de 65 W de potencia y sus respectivos componentes.
2. En vista que los habitantes de la comunidad de Marcovia, Choluteca abastecen sus necesidades básicas para cocción de alimentos e iluminación de sus viviendas con recursos naturales (leña), se ha establecido el requerimiento de otra alternativa para poder suplir estas actividades. Siendo las energías renovables una de las mejores soluciones para este caso.
3. A febrero de 2015, se registran unas 126,000 viviendas sin energía eléctrica en el país, de las cuales el 80% pertenece a la zona rural en extrema pobreza. Por ello, el suministro de energía eléctrica de bajo costo constituye uno de los factores indispensables para promover el desarrollo económico del país.
4. En vista que el monto de inversión que será respaldado por fondos de un ente financiero extranjero, junto con la ayuda de la empresa encargada del abastecimiento de energía eléctrica, la sección económica de dicho proyecto comprueba que esta es una solución costo-beneficio factible socialmente, así como es una alternativa que no tendrá mayores repercusiones que contribuirán al deterioro del medio ambiente; siendo su caso contrario, la contribución a la apropiada explotación de los recursos energéticos como medio de generación de energía eléctrica.



5. El proyecto solar fotovoltaico en el caserío de Marcovia es considerado un proyecto social, debido a que la comunidad tendrá la oportunidad de contar con una alternativa auto sostenible en materia energética que contribuirá a su crecimiento económico.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

El mantenimiento preventivo de los sistemas aislados de las viviendas económicas deberá de efectuarse según la recomendación del fabricante, para que los mismos puedan dar su vida útil según el diseño y según la justificación en cuanto a la necesidad del proyecto.

Se sugiere la implementación de este mismo modelo para otras comunidades que no cuentan con el servicio de electrificación rural por parte de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica. Mediante lo anterior se contribuirá al desarrollo de Honduras como parte de su Plan de Nación.

El proyecto solar fotovoltaico que se propone en este documento es un proyecto piloto que podrá ser utilizado para replicarlo en otras comunidades de características rurales en Honduras.

## **CAPITULO VI. APLICABILIDAD**

En este capítulo se presentan claramente los resultados obtenidos en los cuestionarios aplicados a los habitantes de la comunidad de Marcovia, Choluteca, haciendo un análisis de los mismos para comprobar o rechazar la hipótesis planteada en el capítulo 3 de esta investigación y así mismo responder a las preguntas de investigación definidas en el planteamiento del problema de la investigación.

### **6.1 TITULO DE LA PROPUESTA**

El título de la propuesta es:

“Un Plan de Gestión para instalar un sistema solar fotovoltaico aislado en viviendas de escasos recursos, en la comunidad de Marcovia, Choluteca

### **6.2INTRODUCCION**

La cobertura eléctrica general de Honduras es del 92.8%. El 80% de este déficit de cobertura se localiza en las zonas rurales del país, según datos del Departamento de Planeamiento Económico, dependiente del Departamento de Planificación y Desarrollo de la ENEE.

En índice de cobertura eléctrica por departamento se muestra una gran disparidad. Los departamentos de Choluteca, Atlántida, El Paraíso e Intibucá, son algunos de los departamentos con zonas sin acceso a la red eléctrica y son considerados prioritarios bajo la estrategia del Gobierno de la República para la reducción de la pobreza, mejora de la calidad de vida del hondureño, y la integración del desarrollo económico y social del país, en este caso, mediante el Programa Nacional de Electrificación Rural y Social.

La finalidad de esta investigación es diseñar un sistema solar fotovoltaico aislado que brinde a los habitantes de esta comunidad múltiples beneficios y sobre todo el desarrollo de la zona. El presente estudio constara con la propuesta del diseño del sistema, determinar el potencial de energía solar requerida, estimar el costo, crear la estructura organizativa que le propicie sostenibilidad y sobre todo estudiar las condiciones meteorológicas de la comunidad para proponer el mismo.

### 6.3DESCRIPCION DEL PLAN DE ACCION

#### 6.3.1 PLAN DE GESTION DEL ALCANCE

PLAN DE GESTION DEL ALCANCE					
PROYECTO		Paneles solares fotovoltaicos en la comunidad de Marcovia			
Objetivo		Concluir con éxito la implementación del proyecto cumpliendo con los tiempos establecidos, logrando el balance correcto en la parte presupuestaria y cumpliendo con los requerimientos del cliente para lograr su satisfacción.			
		Fecha			
Ítem	Actividad	Inicio	Fin	Responsable	Recursos
1	Reunión preliminar entre el patronato de Marcovia y la ENEE	15-oct	15-oct	Hany Flores / Astrid Elvir / Enrique Vásquez / Jairo Betancourth	Computadora, Data show, Brochure informativo, videos
2	Medición de instalaciones de viviendas	17-oct	18-oct	Jairo Betancourth / Ramzy Massu	GPS, Cinta métrica, Bitácora

3	Presentación de oferta técnica y económica piloto	20-oct	20-oct	Jairo Betancourth / Ramzy Massu	Computadora, Data show, documento en físico
4	Preparación de superficie y estructuras	03-nov	08-nov	Jairo Betancourth / Ramzy Massu	Equipo de protección personal, lijas, soldadora
5	Instalación de paneles solares	12-nov	06-ene	Jairo Betancourth / Ramzy Massu	Paneles solares, obreros, soldadora
6	Capacitación a habitantes de la comunidad en temas de energías renovables	08-ene	10-ene	Jairo Betancourth / Ramzy Massu	Computadora, Data show, brochures, manual de instrucción y operación
7	Prueba de eficiencia de sistema de paneles solares	12-ene	30-ene	Hany Flores / Astrid Elvir / Enrique Vásquez / Jairo Betancourth	Medidores eléctricos, paneles solares, equipo especializado, empleados de la estación, personal Smart solar y PEH

### 6.3.2 ACTA DE PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS
Paneles Solares Aislados en viviendas económicas de la comunidad de Marcovia,	PASOMA

Cholulteca

**DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: QUE, QUIEN COMO, CUANDO Y DONDE**

Consiste en 12 módulos solares con su sistema eléctrico de interconexión al sistema eléctrico de una vivienda económica, instalados sobre el techo de la vivienda en estudio que cubren un área aproximada de 400 m<sup>2</sup>, y con una potencia máxima de generación de **65 Wp**.

**DEFINICIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO: DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO O CAPACIDAD A GENERAR**

Instalación de 12 módulos solares con su sistema eléctrico de interconexión al sistema eléctrico de una vivienda económica, instalados sobre el techo de la vivienda en estudio

**DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO: FUNCIONALES, NO FUNCIONALES, DE CALIDAD**

**Funcionales:**

- ✓ Utilizar los paneles para el alumbrado eléctrico solo en actividades de iluminación de una vivienda económica.
- ✓ Brindar mantenimiento a los paneles, conectores y demás equipo instalado.
- ✓ Proporcionar seguridad en todo el tiempo durante y después de la implementación de los paneles.

**No funcionales:**

- ✓ Capacitar de manera adecuada a las personas encargadas del mantenimiento y revisión de los paneles.
- ✓ Colocar los paneles solares de manera que se puedan ampliar o movilizar, en caso de construcciones futuras.
- ✓ Llevar una secuencia rigurosa en los procesos de instalación de los paneles.
- ✓ Tener un periodo de prueba (último mes del proyecto) para identificar cualquier fallo o riesgo que podría ocasionar los paneles posterior a su colocación.

**Calidad:**

- ✓ Llevar una secuencia rigurosa en los procesos de instalación de los paneles.
- ✓ Tener un periodo de prueba (último mes del proyecto) para identificar cualquier fallo o riesgo que podría ocasionar los paneles posterior a su colocación.
- ✓ Realizar los informes de calidad necesarios pre y post colocación de los paneles.

OBJETIVOS DEL PROYECTO	
Concluir con éxito la implementación del proyecto cumpliendo con los tiempos establecidos, logrando el balance correcto en la parte presupuestaria y cumpliendo con los requerimientos del cliente para lograr su satisfacción.	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
<b>Tiempo</b>	
✓ Cerrar el proyecto en su totalidad en el día 30 de Enero del 2016.	
<b>Costo</b>	
✓ No sobrepasar el presupuesto planificado.	
<b>Calidad</b>	
✓ Terminar el proyecto con el cumplimiento de los requerimientos y satisfacción del cliente e instituciones gubernamentales orientadas al manejo del medio ambiente.	
ALCANCE DEL PROYECTO:	
Lograr la sostenibilidad ambiental en viviendas económicas ubicadas en Marcovia, Choluteca e implementar a futuro el uso de esta energía renovable en otras comunidades a nivel nacional.	
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	
Cualitativa	Cuantitativa
Lograr la sostenibilidad ambiental en viviendas económicas ubicadas en Marcovia, Choluteca e implementar a futuro el uso de esta energía renovable en otras comunidades a nivel nacional.	
DESIGNACIÓN DEL DIRECTOR DE PROYECTO	
<b>Nombre:</b> Astrid Elvir	
<b>Reporta a:</b> Enrique Vásquez	
<b>Supervisa a:</b> Luis Irías	
ORGANIZACIONES O GRUPOS QUE INTERVIENEN EN EL PROYECTO	
Nombre de la Organización	Rol dentro del proyecto
SMARTSOLAR	Ejecutor del proyecto
PRINCIPALES AMENAZAS DEL PROYECTO (RIESGOS)	

- ✓ No existan paneles solares adecuados para la realización del proyecto
- ✓ Resistencia al cambio de energía eléctrica a energía solar de los interesados (empleados)
- ✓ Falta de Pago a Tiempo
- ✓ Mal manejo de la combustión espontánea de las piezas dentro de los paneles debido a los altos niveles de calor producidos por los mismos
- ✓ Desastres Naturales
- ✓ Ola de residuos electrónicos de los paneles solares al final de su vida útil
- ✓ Poco o mal mantenimiento de paneles por terceros.

**PRINCIPALES OPORTUNIDADES DEL PROYECTO**

- ✓ Mejora ambiental
- ✓ Menos emisión de CO2 por parte de las lámparas
- ✓ Menos gasto de mantenimiento en instalaciones eléctricas
- ✓ Mayor afluencia de clientes por el ahorro energético que generarán los paneles.
- ✓ Mayor oportunidad de marketing
- ✓ Proyecto de iniciación y motivación para todas las áreas de las empresas involucradas
- ✓ Entidades gubernamentales sostenibles.

**PRESUPUESTO PRELIMINAR DEL PROYECTO**

**PATROCINADOR QUE AUTORIZA EL PROYECTO**

Nombre:	Enrique Vásquez
Empresa:	ENEE
Cargo:	Gerente General
Fecha:	

\_\_\_\_\_

Firma

### 6.3.4. MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES

ROLES Y RESPONSABILIDADES:				
MATRIZ RACI	PERSONA			
ACTIVIDAD	Astrid Elvir / Hany Flores	Enrique Vásquez	Luis Irías	Carlos Salgado
	Director Proyecto	Gerente General	Ingeniero residente	Coordinador de Ingeniería
1.1 Coordenadas de Ubicación	I	C	R	R
1.2 Planos AUTOCAD	I	A	R	R
1.3 Información Consumo Energía	I	C	R	A
1.4 Información Voltaje Máximo	I	C	R	A

MATRIZ RACI	PERSONA			
ACTIVIDAD	Astrid Elvir / Hany Flores	Enrique Vásquez	Luis Irías	Carlos Salgado
	Director Proyecto	Gerente General	Ingeniero residente	Coordinador de Ingeniería
2.1 Visita a campo	R	R	R	R
2.2 Configuración sistema	I	A	C	R
2.3 Diseño en planos	I	C	R	R
2.4 Presentación formal propuesta	R	R	R	R
2.5 Presentación para cambios	R	R	R	R
2.6 Presentación final	R	R	R	R

MATRIZ RACI	PERSONA			
ACTIVIDAD	Astrid Elvir / Hany Flores	Enrique Vásquez	Luis Irías	Carlos Salgado
	Director	Gerente	Ingeniero	Coordinador



	<b>Proyecto</b>	<b>General</b>	<b>residente</b>	<b>de Ingeniería</b>
2.2.1 Numero de Módulos Solares	C	I	R	R
2.2.2 Tipo/ Capacidad del Inversor	C	I	R	R
2.2.3 Instalación por techo	A	I	R	R
2.2.4 Determinación de soportes	I	R	A	A
2.2.5 Determinación de cables	I	R	A	A
2.2.6 Determinación de protección	I	R	A	A
2.2.7 Ubicación de Inversores	A	I	R	R
2.2.8 Determinación de Interconexiones	I	R	A	A
2.2.9 Identificación de Punto de aterrizaje	A	I	R	R

<b>MATRIZ RACI</b>	<b>PERSONA</b>			
	Astrid Elvir / Hany Flores	Enrique Vásquez	Luis Irías	Carlos Salgado
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Director Proyecto</b>	<b>Gerente General</b>	<b>Ingeniero residente</b>	<b>Coordinador de Ingeniería</b>
3.1 Compra de Módulos Solares	A	C	R	R
3.2 Compra de inversores	A	C	R	R
3.3 Compra de equipo de sistema de protección	A	C	R	R

<b>MATRIZ RACI</b>	<b>PERSONA</b>			
<b>ACTIVIDAD</b>	Astrid Elvir / Hany Flores	Enrique Vásquez	Luis Irías	Carlos Salgado

	<b>Director Proyecto</b>	<b>Gerente General</b>	<b>Ingeniero residente</b>	<b>Coordinador de Ingeniería</b>
4.1 Montaje Racking	I	A	R	R
4.2 Montaje Cableado/ Bandejas	I	A	R	R
4.3 Montaje Módulos Solares	I	A	R	R
4.4 Montaje de estructuras	I	A	R	R
4.5 Pruebas sistema solar	I	A	R	R

R = Responsable de ejecución. A = Responsable último. C = Persona a consultar. I = Persona a informar.

DESCRIPCION DE ROLES:
<p>1. <b>Rol:</b> Director de Proyectos ENEE</p> <p><b>Responsabilidad:</b> Participar en la interlocución con todas las partes implicadas en el proyecto es decir entidades financieras, contratistas, promotores contrastando los parámetros y gestiones técnicas, legales y económicas con el fin de garantizar las óptimas condiciones para la puesta en marcha del proyecto. Dentro de sus responsabilidades podemos hacer mención de las siguientes:</p> <p>Colaboración con la ENEE en la definición y concreción de los objetivos del proyecto.</p> <p>Planificación del proyecto en todos sus aspectos, identificando las actividades a realizar, los recursos a poner en juego, los plazos y los costos previstos.</p> <p>Dirección y coordinación de todos los recursos empleados en el proyecto.</p> <p>Mantenimiento permanente de las relaciones externas del proyecto: clientes, proveedores, subcontratistas, otras direcciones, etc.</p> <p><b>Autoridad:</b> Toma de decisiones necesarias para conocer en todo momento la situación en relación con los objetivos establecidos.</p> <p>Adopción de las medidas correctoras pertinentes para poner remedio a las desviaciones que se hubieran detectado.</p> <p>Responder ante clientes y superiores de la consecución de los objetivos del proyecto. Proponer, en su caso, modificaciones a los límites u objetivos básicos del proyecto cuando concurren circunstancias que así lo aconsejen.</p>

2. **Rol:** Ingeniero Residente (Smartsolar)

**Responsabilidad:** Capacidad para gestionar su equipo de trabajo con plazos de entrega ajustados. Aplicar conocimiento y experiencia técnico en área civil y ambiental por la naturaleza del proyecto para poder ejecutarlo de manera exitosa es decir en tiempo y costo. Velar por la implementación de buenas prácticas en temas de manejo ambiental en el área de ENERGÍAS RENOVABLES y las leyes nacionales que lo amparan.

**Autoridad:** Toma de decisiones necesarias para conocer en todo momento la situación en relación con los objetivos establecidos y la satisfacción del cliente, ENEE.

Adopción de las medidas correctoras pertinentes para poner remedio a las desviaciones que se hubieran detectado.

Responder ante Enee Energy y superiores de la consecución de los objetivos del proyecto.

Realizar informes de avance del proyecto y su presentación para el contraste de su planificación inicial.

3. **Rol:** Ingeniero Eléctrico (Smartsolar)

**Responsabilidad:** Responsable del desarrollo técnico de las instalaciones fotovoltaicas para la Vivienda. Supervisión de todo tipo de conexiones eléctricas así como encargado de velar por la calidad de los materiales eléctricos a proveer y a utilizar dentro del proyecto. Encargado de velar por la gestión de los técnicos electricistas dentro de la estación y el trabajo que estos realicen.

**Autoridad:** Toma de decisiones técnicas desde proveedores externos e instaladores para alcanzar la implementación y puesta en marcha del proyecto.

4. **Rol:** Coordinador de Ingeniería (ENEE)

**Responsabilidad:** Coordinar y gestionar todas las actividades de seguimiento del proyecto. Velar por el fiel cumplimiento de la programación y presupuesto asignado para la obra en su totalidad. Garantizar la calidad de los trabajos realizados así como la de los materiales utilizados para la ejecución del mismo. Elaboración de informe semanal de avance de proyecto.

**Autoridad:** Toma de decisiones radicales del proyecto en caso de no seguir los lineamiento de seguridad industrial por parte de SmartSolar. Realizar cambios no tan drásticos en pro de la calidad final (materiales utilizados por ejemplo). Pedir reemplazo de personal a contratista.

5. **Rol:** Técnico I

**Responsabilidad:** Ejecución propia de todos los trabajos necesarios en cuanto a la construcción de obras requeridas para implementar el sistema de paneles solares es decir trabajos más orientados a la rama de ingeniería civil dentro de las viviendas de la comunidad. Realizar trabajos que garanticen una buena calidad para el proyecto.

**Autoridad:** No posee ninguna responsabilidad sin previa notificación al Ingeniero Residente de Smartsolar.

6. **Rol:** Técnico II

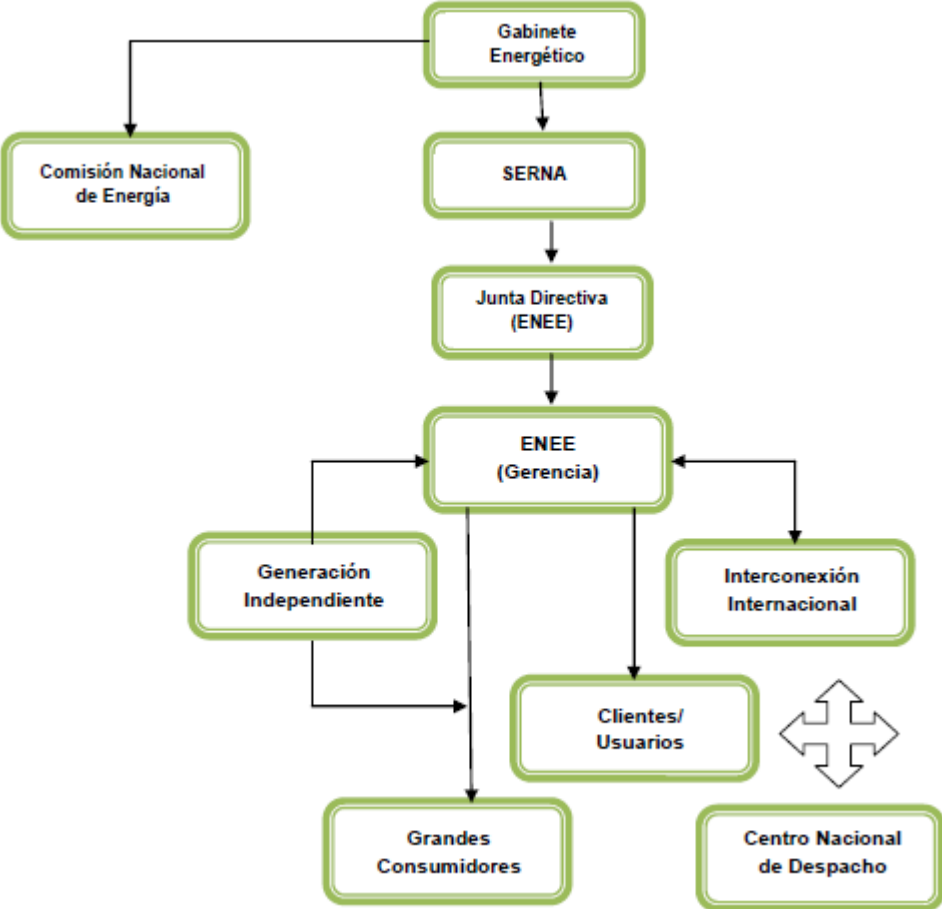
**Responsabilidad:** Ejecución propia de todos los trabajos necesarios en cuanto a las instalaciones eléctricas requeridas para llevar a cabo el proyecto y más orientados al área de ingeniería eléctrica. Realizar trabajos que garantizan una buena calidad para el proyecto.

**Autoridad:** No posee ninguna responsabilidad sin previa notificación al Ingeniero Eléctrico.

7. **Rol:** Contratista de Mantenimiento y Supervisión (Habitante de comunidad de Marcovia)

**Responsabilidad:** Controlar y supervisar por la integridad de los equipos instalados previos a los trabajos realizados en instalación de paneles solares. Proporcionar todo el mantenimiento necesario para garantizar el funcionamiento del nuevo sistema instalado propiamente. Proporcionar seguridad en todo el tiempo después de la implementación de los paneles.

6.3.5. ORGANIGRAMA



### 6.3.5. MATRIZ DE RIESGOS

Categoría	Evento	Descripción	(P)	(I)	(P) X (I)	Marcador de Riesgo	Respuesta	Responsable	Fecha
RT001	Toxicidad	Paneles solares fabricados a base de materiales químicos como el arsénico y el cadmio, en un proceso que genera muchos subproductos tóxicos como el hexafluoruro de azufre y el tetracloruro de silicio.	0.3	0.4	0.12	Moderado	Exigir al proveedor uso de materiales no contaminantes, y contar con paneles solares certificados que contengan las medidas permisibles, aptos para la utilización o instalación en lugares habitados.	Coordinador de Energía/ Carlos Salgado	Previo
RT002	Toma a Tierra	Si no se aplica la regla de seguridad, el panel solar puede tener un mal funcionamiento eléctrico y por ende, provocar daños a tus aparatos eléctricos e incluso un incendio.	0.3	0.4	0.12	Moderado	Supervisión de parte del coordinador de Ingeniería de ENEE a Ingenieros técnicos de Smart Solar.	Coordinador de Energía/ Carlos Salgado	Durante
RT003	Electricidad	El mal manejo de dichas piezas y la conexión inadecuada entre ellas y el sistema de captación de energía pudiera ser la causa de daño eléctrico, incendios e incluso de la muerte de seres	0.4	0.5	0.2	Alto	Supervisión de parte del coordinador de Ingeniería de ENEE a Ingenieros técnicos de Smart Solar.	Coordinador de Energía/ Carlos Salgado	Previo/Durante

		humanos y animales.							
RO001	Aprovechamiento energético	Variación de la generación de la energía, debido a la intensidad de la radiación captada por los paneles solares.	0.9	0.8	0.72	Alto	Se verificara mediante el seguimiento de una aplicación instalada en dispositivos móviles que medirá cantidad de kwp, adicionalmente se validará la inclinación de los paneles.	Coordinador de Energía/ Carlos Salgado	Previo
RO002	Sistema Conectado a la Red	Es una oportunidad de que si existiese una falla en la ENEE se tiene como respaldo positivo el panel solar.	0.9	0.8	0.72	Alto	Verificación por recibos de consumo de la ENEE versus la aplicación instalada para denotar el comportamiento de los paneles solares.	Coordinador de Energía/ Carlos Salgado	Previo
RO003	Daños por Aves	Contaminación por desechos orgánicos originados por aves.	0.9	0.1	0.09	Moderado	Mantenimiento trimestral de parte del contratista.	Contratista/Manuel Borjas	Durante
RO004	Eficiencia Energética	Ahorrar energía hasta un 70% según consumo mensual de la Vivienda.	0.9	0.4	0.36	Alto	Seguimiento a factura mensual por consumo energético.	Coordinador de Energía/ Carlos Salgado	Previo
RF001	No desarrollo del proyecto	El rechazo de la propuesta del proyecto por no cumplir con las expectativas económicas en relación a la inversión inicial	0.1	0.4	0.04	Bajo	Realizar una correcta planificación y estimación de los costos del proyectos y la correcta ejecución según lo pactado	Gte. Administrativo / Gte de Proyecto / Contratista / Coordinador de Energía	Previo / Durante

RF002	Incurrir en pérdidas durante el desarrollo del proyecto	Perdidas económicas durante el desarrollo y ejecución del proyecto por una correcta administración o planificación financiera	0.5	0.2	0.1	Moderado	Elaboración de criterios de administración basado en indicadores financieros para poder brindar un seguimiento adecuado a las principales variables que impacten en las utilidades del proyecto. Cumplir con los lineamientos de gestión de gastos y costos aprobados para el proyecto.	Gte. Administrativo / Gte de Proyecto / Contratista / Coordinador de Energía	Previo / Durante
RF003	Incremento en margen operativo	Reducir la factura de energética al tener una fuente alterna para la producción de esta.	0.3	0.1	0.03	Moderado	Dar seguimiento mensual para el aseguramiento de los márgenes positivos del proyecto.	Gte. Administrativo / Gte de Proyecto / Contratista / Coordinador de Energía	Durante
RL001	Relación Contractual Inadecuada	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Declaración falsa: Que el contrato sea celebrado sobre la base de representaciones que son engañosas, falsas o incompletas;</li> <li>•Documentación: La relación contractual no está debidamente documentada, la documentación es incompleta; o que la documentación no se mantenga ni se registre adecuadamente.</li> </ul>	0.3	0.1	0.03	Moderado	Uso obligatorio de servicios legales a través del área Legal. Custodia de contratos/Procedimiento internos. Revisión y Aprobación de contratos hechos a la medida de cada cliente. Suscripción de Contratos de proveedores aprobados por la asesoría legal.	Gte. Administrativo / Gte de Proyecto / Contratista / Coordinador de Energía	Previo / Durante



		<p>•Consecuencias no intencionales: Que las disposiciones contractuales varíen con base en la intención de las partes, que sean inciertas o inadecuadas; o las relaciones vinculantes que surgen de documentación que tiene el fin de no ser vinculante.</p>							
RL002	Incumplimiento a Leyes	<p>Cambios en la legislación actual o la introducción de una nueva Ley, la cual no se previó, identificó o recomendó de manera oportuna.</p>	0.3	0.1	0.03	Moderado	<p>Monitoreo de cambios legislativos y Asesoría Legislativa</p>	<p>Gte. Administrativo / Gte de Proyecto / Contratista / Coordinador de Energía</p>	<p>Previo / Durante</p>
RL003	Manejo inapropiado de información sensitiva	<p>Divulgación de información sensitiva administrada por la alta gerencia que provoque daño financiero y/o reputaciones.</p>	0.3	0.1	0.03	Moderado	<p>Asegurar la información administrada por la alta gerencia, así como la información sobre los asuntos sensitivos Legales, a través de las diferentes prácticas y controles que la empresa establezca mediante el cumplimiento a lo establecido en la política internas a fin de salvaguardar la información de la empresa y evitar pérdidas financieras y reputaciones.</p>	<p>Gte. Administrativo / Gte de Proyecto / Contratista / Coordinador de Energía</p>	<p>Previo / Durante</p>

RH001	Pérdidas en Planilla	<p>1. Cálculo erróneo de aportaciones de Instituciones (RAP, DEI, IHSS) en planilla, ocasionando multas al Banco.</p> <p>2. Pérdidas por pago de Beneficios (Seguro Médico) a ex Funcionarios por fallas en el reporte de Bajas.</p> <p>3. El ingreso incorrecto de los datos para Pago de Horas Extras y Pagos de Comisiones ocasionados por alto porcentaje de registros manuales al sistema.</p> <p>4. Multas por errores en el cálculo de Impuesto sobre Renta.</p> <p>5. Pérdidas por errores en planilla.</p>	0.3	0.1	0.03	Moderado	<p>Administración de pago de impuestos.</p> <p>Validación de Integridad de Reportes de Horas Extras y Comisiones.</p> <p>Conciliación de Cuentas. Validación integridad de cálculos de valores a pagar.</p>	<p>Gte.</p> <p>Administrativo / Gte de Proyecto / Contratista / Coordinador de Energía</p>	<p>Previo / Durante</p>
RH002	Recursos Inadecuados	<p>Contratación de personal no apto para el puesto provocando mal desempeño en sus funciones.</p>	0.3	0.1	0.03	Moderado	<p>Planes Contratación.</p> <p>Inducción al nuevo personal.</p> <p>Administración de Desempeño</p>	<p>Gte.</p> <p>Administrativo / Gte de Proyecto / Contratista / Coordinador de Energía</p>	<p>Previo / Durante</p>
RH003	Perdida de Personal Clave	<p>Pérdida de personal clave para la institución.</p>	0.3	0.1	0.03	Moderado	<p>Planes de Sucesión,</p> <p>Administración de Desempeño</p>	<p>Gte.</p> <p>Administrativo / Gte de Proyecto / Contratista /</p>	<p>Previo / Durante</p>

		Retiro voluntario de personal en puestos clave.						Coordinador de Energía	
RA001	Contaminantes	Contaminación al medio ambiente por materiales de fabricación después de 25 años	0.5	0.4	0.2	Alto	Exigir al proveedor uso de materiales no contaminantes, y contar con paneles solares certificados que contengan las medidas permisibles, aptos para la utilización o instalación en lugares habitados.	Coordinador de Energía/ Carlos Salgado - Ingeniero residente Smart solar Luis Irías	Previo
RA002	Radiación	Al haber un exceso de energía solar se produce radiación lo que podría transformar las condiciones de temperatura en la zona	0.3	0.4	0.12	Moderado	Monitoreo de paneles solares a través de aplicación de seguimiento, de ser necesario se harán nuevas instalaciones	Coordinador de Energía/ Carlos Salgado - Ingeniero residente Smart solar Luis Irías	Previo
RA003	Huella de carbono	Reducción de huella de carbono a la atmosfera mediante la implementación de esta	0.9	0.4	0.36	Alto	Monitoreo de reducción y conversión de las emisiones de carbón footprint a la atmosfera mediante	Coordinador de Energía/ Carlos Salgado - Ingeniero residente Smart solar	Previo

		tecnología renovable en el sitio piloto					aplicación android	Luis Irías	
RA004	Uso ilimitado	Mientras exista la iluminación solar el sistema será operativo, por lo que el proyecto es funcional por varias décadas.	0.9	0.8	0.72	Alto	Mantenimiento a paneles según planificación trimestral o bimensual a cada sitio.	Coordinador de Energía/ Carlos Salgado - Ingeniero residente Smart solar Luis Irías	Durante

#### 6.4 CRONOGRAMA DE EJECUCION



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHPER. (2015). Energía Renovable en Honduras. Recuperado a partir de <http://www.ahpper.org/index.php/energ%C3%ADa-renovable-en-honduras.html>
- Anonymous. Notimex. (2012). México, entre los cinco países con mayor potencial de energía solar - ProQuest. Recuperado a partir de <http://search.proquest.com/docview/922513740/AA0107CE3575455BPQ/8?accountid=35325>
- APPA - Asociación de Productores de Energías Renovables. (2009). ¿Qué es la energía solar fotovoltaica? Recuperado 27 de septiembre de 2015, a partir de [http://www.appa.es/09fotovoltaica/09que\\_es.php](http://www.appa.es/09fotovoltaica/09que_es.php)
- Araoz Fraser, S. (2006). Opinion - El éxito de una inversión depende de un adecuado proyecto; [Source: Portafolio] - ProQuest. Recuperado a partir de <http://search.proquest.com/docview/467710710/fulltext/F2F0C1E18E794720PQ/1?accountid=35325>
- Choluteca en línea. (2015). Marcovia. Recuperado 22 de agosto de 2015, a partir de [http://www.cholutecaenlinea.com/inicio/index.php?format=html&Itemid=61&option=com\\_content&id=77:marcovia&view=article&layout=default&change\\_css=red](http://www.cholutecaenlinea.com/inicio/index.php?format=html&Itemid=61&option=com_content&id=77:marcovia&view=article&layout=default&change_css=red)
- Creus, A. (2009). *Energías renovables (2a. ed.)*. España: Cano Pina. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=11002564>
- Definiciones.de. (2015). Definición de prefactibilidad. Recuperado 28 de septiembre de 2015, a partir de <http://definicion.de/prefactibilidad/>
- de la Cruz Gómez, J. M., & de la Cruz Gómez, F. (2009). *Guía de mantenimiento en instalaciones fotovoltaicas (1.ª ed.)*. España: Ediciones Experiencia. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=11013606>
- De las Heras León, M. E. (2011). *Montaje eléctrico y electrónico en instalaciones solares fotovoltaicas (UF0153) (1.ª ed.)*. España: IC Editorial. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=10693422>

- Diario Oficial de la Republica de Honduras. Ley general de la industria electrica (1829).
- Diario Oficial de la Republica de Honduras. Costo Marginal 2014 (2014).
- Diario Oficial la Gaceta. Decreto 70-2007 (1829).
- Domínguez Gómez, J. A. (2005). *Energías alternativas*. España: Equipo Sirius. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=10088156>
- ENEE. (2015). Electrificación rural. Recuperado a partir de <http://www.enee.hn/index.php/electrificacion-nacional/121-electrificacion-rural>
- Erenovable. (2015). Historia de energía renovable. Recuperado a partir de <http://erenovable.com/historia-energia-renovable/>
- Eyzaguirre A, A. (2014). «El potencial solar será capaz de abastecer el 100% de la energía que Chile necesita» - ProQuest. Recuperado a partir de <http://search.proquest.com/docview/1627024576/AA0107CE3575455BPQ/1?accountid=35325>
- Frers, C. (2009). Una solución a la dependencia energética. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=10316620>
- Gil García, G. (2008a). *Energías del siglo XXI: de las energías fósiles a las alternativas*. España: Mundi-Prensa. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=10268752>
- Gil García, G. (2008b). *Energías del siglo XXI: de las energías fósiles a las alternativas*. España: Mundi-Prensa. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=10268752>
- Gimeno Sales, F. J., Seguí Chilet, S., & Orts Grau, S. (2011). *Convertidores electrónicos: energía solar fotovoltaica, aplicaciones y diseño* (1.ª ed.). España: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=10646884>
- González Arias, A. (2010). Falsas energías, pseudociencia y medios de comunicación masiva. *Rev. Cub. de Física*, 19 (1): 68-73, 2002. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=10365930>
- Guerrero Pérez, R. (2011). *Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas (UF0150)*. España: IC Editorial. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=10693238>

- Honduras en sus manos. (2015). Municipio de Marcovia. Recuperado 22 de agosto de 2015, a partir de <http://hondurasensusmanos.com/index.php/0607-marcovia.html>
- Ingemecanica. (2015). Instalación Solar Fotovoltaica para Vivienda. Recuperado 28 de septiembre de 2015, a partir de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>
- Navarro Dino, P. (2015). *Teoria de la factibilidad*. Espana.
- Osorto Lobo, S. (2006). *Estado Actual de la Energía Solar en Honduras: Investigación exploratoria*. UNAH, Honduras.
- Pérez Bustamante Yábar, D. (2012). *Las energías renovables en la Unión Europea: régimen jurídico* (1.<sup>a</sup> ed.). España: Dykinson. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=10721610>
- Portal de energía renovable. (2015). Del descubrimiento del efecto fotovoltaico a la primera célula solar. Recuperado a partir de <http://www.sitiosolar.com/la-historia-de-la-energia-solar-fotovoltaica/>
- Programa de energías renovables y Eficiencia Energetica en Centroamerica. GIZ Honduras. (2015). Energías renovables en Honduras. Recuperado a partir de <http://www.energias4e.com/noticias.php?Cat=15&Pais=4>
- Recio Mirrano, J. (2015). La energía solar. Recuperado 28 de septiembre de 2015, a partir de [http://newton.cnice.mec.es/materiales\\_didacticos/energia/solar.htm](http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/solar.htm)
- Rodríguez Murcia, H. (2009a). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=10312196>
- Rodríguez Murcia, H. (2009b). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=10312196>
- Solar Energy International (SEI). (2007). *Fotovoltaica: Manual de diseño e instalación* (1.<sup>a</sup> ed.). Canada: New Society Publisher.
- Sub dirección de investigación Departamento de energías renovables. (2015). *Proyecto 3600 sistemas solares fotovoltaicos*. Honduras: Departamento de Energías Renovables.
- Tobajas, M. C. (2012). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. España: Cano Pina. Recuperado a partir de <http://site.ebrary.com/lib/bvunitecvirtualsp/docDetail.action?docID=11002253>

VAL. (2015). Una Breve Historia De Los Paneles Solares. Recuperado a partir de <http://www.hormigasolar.com/una-breve-historia-de-los-paneles-solares/>



