



FACULTAD DE POST GRADO

TESIS DE POSTGRADO

**“LA ENERGÍA SOLAR CONTIBUYENDO AL DESARROLLO
DEL CASERÍO “EL VERDUGO DE AZACUALPA”, MUNICIPIO
DE REITOCA”**

SUSTENTADO POR:

MARÍA JOSÉ MEJÍA HENRRÍQUEZ

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

TEGUCIGALPA, M.D.C.

HONDURAS, C.A.

ABRIL 2012

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO

SECRETARIO GENERAL

JOSÉ LESTER LÓPEZ PINEL

VICERECTOR ACADÉMICO

MARLON BREVÉ REYES

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

JEFFREY LANSDALE

**LA ENERGIA SOLAR CONTRIBUYENDO AL DESARROLLO
DEL CASERIO “EL VERDUGO DE AZACUALPA”, MUNICIPIO
DE REITOCA**

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

MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

ASESOR METODOLÓGICO

ANA MARGARITA MAIER ACOSTA

ASESOR TEMÁTICO

JORGE ANTONIO CENTENO

MIEMBROS DE LA TERNA:

ELOISA RODRÍGUEZ

GUILLERMO MATAMOROS

JOSÉ TRÁNSITO MEJÍA



LA ENERGÍA SOLAR CONTIBUYENDO AL DESARROLLO DEL CASERÍO “EL VERDUGO DE AZACUALPA”, MUNICIPIO DE REITOCA

AUTORA:

María José Mejía Henrríquez

Resumen

Esta investigación busca contribuir al mejoramiento del nivel de vida de los habitantes del caserío de El Verdugo, aldea de Azacualpa, municipio de Reitoca, Francisco Morazán, mediante un proyecto de energía solar fotovoltaica que supla la carencia del servicio de energía eléctrica en dicha comunidad, convirtiéndose a su vez en factor de desarrollo para los beneficiarios. Describe en primera instancia la situación general del caserío, mediante la aplicación de un cuestionario que permitió vislumbrar las características sociales, económicas, demográficas y geográficas del lugar y sus pobladores.

El resultado más importante fue la definición de la demanda de energía eléctrica por cada vivienda, la cual se formuló tomando en consideración el uso que cada una de las 30 familias beneficiadas, daría a la energía producida a través de los paneles fotovoltaicos, y posteriormente haciendo su conversión a watts.

A partir de los resultados se generó una propuesta de proyecto que consiste en el suministro de energía eléctrica a través de paneles solares fotovoltaicos en el caserío de El Verdugo, que se aúna a la propuesta de otros proyectos de energía solar en dos aldeas más del municipio de Reitoca, para cuyo fin se habría de desembolsar fondos provenientes de la cooperación internacional.

Finalmente se incluye un análisis financiero en el que se aprecia el ahorro de las familias de la comunidad al hacer uso de energía solar, en comparación con los gastos que generaría el pago por este servicio a la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).



SOLAR ENERGY CONTRIBUTING TO THE DEVELOPMENT OF “EL VERDUGO DE AZACUALPA” HAMLET, MUNICIPALITY OF REITOCA

AUTHOR:

María José Mejía Henrríquez

Abstract

This research intends to contribute to the life improvement of the people living in the hamlet of El Verdugo, village of Azacualpa, Reitoca, municipality of Francisco Morazán, by means of a solar photovoltaic project that fills the deficiency of the electric energy service in the hamlet, becoming at the same time a development factor for its beneficiaries. First it describes the overall characteristics and living conditions at the hamlet, which was possible by applying a questionnaire that demonstrated the social, economic, demographic and geographic conditions of the place and its settlers.

The most important outcome of the questionnaire was the definition of the demand of electric energy for each house, which was a result of the process of taking into consideration the use that each of the 30 beneficiary's families were going to give to the energy produced through photovoltaic panels, and converting them into watts.

With those results, a project proposal consisting of supplying electric energy through photovoltaic panels was defined for El Verugo hamlet. This proposal combines with other proposals in the same field, for two other villages in the municipality of Reitoca, for which international funding should be disburse.

Finally the research includes a financial analysis that shows the family's savings by using solar energy in comparison with the family's expenses if they were paying for the electric service to the state Electric Energy National Company or ENEE for its acronyms in Spanish.

ÍNDICE

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES	3
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	4
1.3.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.5 VARIABLES DE ESTUDIO.....	7
1.6 JUSTIFICACIÓN	8
CAPÍTULO II MARCO TEORICO	9
2.1 ENERGÍA ELÉCTRICA COMO FACTOR DE DESARROLLO Y CRECIMIENTO.....	9
2.2 SECTOR ENERGÉTICO EN HONDURAS.....	11
2.3 ELECTRIFICACIÓN RURAL	14
2.4 CAMBIO CLIMÁTICO.....	16
2.5 TIPOS DE ENERGÍAS	18
2.5.1 ENERGÍA NO RENOVABLE.....	19
2.5.2 ENERGÍAS RENOVABLES	22
2.5.3 FUNCIONAMIENTO DE LAS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS	28
2.5.4 LA ENERGÍA SOLAR EN CENTROAMÉRICA.....	29
2.5.5 USOS FRECUENTES DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN CENTROAMÉRICA	29
2.5.6 OPORTUNIDADES DE LA ENERGÍA SOLAR EN CENTROAMÉRICA	30
2.5.7 BARRERAS PARA LA GENERACION DE ENERGIA SOLAR EN CENTROAMÉRICA.....	31

CAPITULO III METODOLOGÍA.....	32
3.1 ENFOQUE Y MÉTODOS	32
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	33
3.2.1 TIPO DE ESTUDIO	33
3.2.2 ETAPAS DE DESARROLLO.....	34
3.2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	37
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	37
3.4 FUENTES DE INFORMACIÓN	37
CAPITULO IV RESULTADOS Y ANALISIS	39
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
5.1 CONCLUSIONES.....	46
5.2 RECOMENDACIONES.....	47
CAPITULO VI APLICABILIDAD	49
6.1 PROPUESTA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS EN EL CASERÍO DE EL VERDUGO	49
6.2 INTRODUCCIÓN.....	49
6.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN.....	50
6.3.1 ETAPAS DEL PROYECTO	50
6.3.2 DESGLOSE DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	51
6.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	58
6.5 PRESUPUESTO	59
6.6 ANÁLISIS FINANCIERO	60
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS.....	66

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Son millones las personas que viven en áreas rurales de países en vías de desarrollo sin acceso a energía eléctrica, para ellas la energía solar, a través del uso de sistemas fotovoltaicos (FV) representa una posibilidad de acceso a energía.

La extensión de la red eléctrica convencional a las áreas rurales de países en vías de desarrollo es costosa, sin embargo, a falta de recursos económicos para implementar una red eléctrica convencional, se puede optar por la instalación de un sistema eléctrico solar fotovoltaico (FV). La extensión de la red eléctrica representa un gasto inicial mayor, más los pagos mensuales de consumo de electricidad, los cuales aumentan año tras año, un sistema FV representa un gasto inicial mayor, más otros costos menores por mantenimiento de equipo, seguido de años de electricidad “gratuita” a partir de la luz solar.

Los sistemas FV son simples, probados en campo y viables económicamente para algunas aplicaciones remotas, y sobre todo, para comunidades rurales que carecen del servicio y de posibilidades de contar con un servicio público de energía eléctrica en un futuro próximo. A nivel internacional se usan de forma mas frecuente por la importancia de la energía solar como fuente de energía renovable, en la que los gobiernos hacen inversiones como medida para hacer frente a los efectos negativos del uso de energías no renovable en años atrás. (Solartronic, 2007)

Honduras ha intensificado la inversión en proyectos de energías renovables, ya que tiene una capacidad instalada de 1, 400 megavatios, de los cuales 60 % corresponde a generadoras térmicas, lo que ha elevado la factura energética de los hondureños en concepto de ajuste por combustible. Con el objetivo de reducir la factura petrolera, el gobierno ha adoptado varias medidas, entre ellas la autorización de unos 41 contratos con proveedores de energía renovable que se han puesto en marcha a partir del año 2011 con la realización de varios proyectos eólicos, solares e hidráulicos.

Aunado a la factura petrolera el gobierno se enfrenta con problemas derivados del acceso al servicio de energía eléctrica. (ENEE, 2011). El acceso al servicio de energía eléctrica en Honduras es una característica predominantemente urbana, ya que el 98.8% de las viviendas tienen acceso al sistema público de electricidad, y sólo un 61.6% de las viviendas rurales cuenta con el mismo (INE, 2011).

Una de las zonas rurales que no cuenta con el servicio público de energía eléctrica es el caserío de El Verdugo, aldea de Azacualpa en el municipio de Reitoca, Francisco Morazán (F.M.), en donde el índice de pobreza es alto y los niveles de desarrollo humano son desalentadores. Sumado a lo anterior, no existen propuestas potenciales de parte de las autoridades municipales y gubernamentales para extender la red de abastecimiento de energía eléctrica a esta comunidad.

Algunas de las familias del caserío se han visto beneficiadas por proyectos de instalación de sistemas FV gestionados por la alcaldía municipal con la cooperación del Fondo Hondureño de Inversión Social (FHIS). Pero aun así, son numerosas las familias que carecen del servicio y no tienen los recursos para poder comprar un sistema fotovoltaico que les permita mejorar su condición de vida actual.

Al ser UNITEC una institución con responsabilidad social, se fundó en ella, el Centro de Energías Renovables y Sostenibilidad (CERS) adscrito a la Facultad de Postgrado, el cual se encuentra interesado en beneficiar a comunidades que carecen de electricidad y no tienen los recursos para optar a este servicio. UNITEC, a través del CERS pretende incorporar en sus iniciativas de proyectos rurales y con apoyo internacional, al caserío de El Verdugo, municipio de Reitoca, en el sur de Francisco Morazán; mismo que después de un proceso fue electo para realizar el siguiente estudio con la finalidad de crear una propuesta para la instalación de paneles solares FV que abastezcan con electricidad a las familias necesitadas de la comunidad.

1.2 ANTECEDENTES

Desde la década de los 80's se ha intensificado la generación de energía renovable para cubrir necesidades humanas básicas, proporcionando servicios fundamentales para la alimentación, salud, comunicación, entretenimiento y educación de las personas. Entre los tipos de energía renovable se encuentra la energía solar fotovoltaica, que por su costo y bajo impacto ambiental ha sido implementada a nivel mundial, tanto en zonas urbanas como rurales.

Europa proporciona cerca del 75% de la capacidad mundial acumulada, estimada en 67.4 GWp (Giga Watt pico) para finales del 2011. Desde hace varios años, Alemania es el país con mayor potencia instalada de energía solar fotovoltaica. Entre 1999 y 2002 ejecutó un programa denominado "100,000 tejados solares", donde se generaron alrededor de 200 MWp (Mega Watt pico). Detrás de Alemania se encuentran, Italia, Francia, Republica Checa y España, dentro los países con mayor capacidad fotovoltaica instalada de la Unión Europea. Fuera de Europa se destacan China, Estados Unidos y Japón, con cerca del 20% del mercado fotovoltaico. Por otra parte, varios países del cinturón solar de África, Oriente Medio, Asia y Sudamérica están a punto de emprender su propio desarrollo. (Mosquera, 2012)

En Centroamérica, el uso de los sistemas fotovoltaicos se ha desarrollado en forma relativamente lenta. En la década de los 90's se empezó a utilizar seriamente la tecnología fotovoltaica para resolver problemas de electrificación rural y beneficiar a miles de familias con sistemas fotovoltaicos domésticos, y así atender sus necesidades básicas de electrificación. (Montero, 1991)

Honduras tiene un gran potencial para la generación de energía solar pero su desarrollo no ha tenido la prioridad dentro de la matriz energética nacional. Choluteca y Valle son las zonas de mayor potencial para la generación eléctrica a gran escala a partir de la energía solar. Existen investigaciones que revelan que en todo el año se registra un promedio diario de 8.4 horas de sol en estos sectores. (BMZ, 2012)

Sobre la producción de energía solar, existen diversos proyectos pilotos, más que todo en aldeas y zonas de difícil acceso del país. A pesar de que históricamente Honduras ha dependido de la energía térmica, actualmente en el país se ha reducido la dependencia de este tipo de energía debido a la producción compartida con fuentes de energía renovable (La Tribuna, 2010).

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Actualmente el uso de energía eléctrica es indispensable, es pilar fundamental de la industria y contribuye al desarrollo económico del país. Los factores que justifican el incremento en el desarrollo de proyectos de energía renovable en Honduras son: la disminución de las reservas petroleras, la contaminación ambiental y la dificultad por parte de la empresa estatal en incrementar la cobertura geográfica.

Por un lado, los precios de los combustibles han sido un factor determinante en la proyección del consumo de energía eléctrica, porque los hidrocarburos son el factor principal para la generación de energía. Entre las condiciones principales que provocan la variación en el precio del combustible se encuentra el incremento del consumo de los países en vías de desarrollo y la disminución en la producción de los países exportadores de petróleo, provocando un incremento en el precio de la energía eléctrica.

Por otro lado, la evidencia científica demuestra que el calentamiento global asociado al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provocado por actividades humanas está ocasionando cambios climáticos significativos como el incremento de la temperatura a nivel mundial, la modificación de los patrones de precipitación, el derretimiento de los glaciares, la elevación del nivel de mar, y el aumento de los fenómenos naturales. Estos cambios representan una seria amenaza para los países centroamericanos por sus múltiples impactos previstos en la producción, la infraestructura, los medios de vida, la salud, la seguridad y el debilitamiento de la capacidad del ambiente para proveer recursos y servicios vitales.

Aunque se estima que Centroamérica seguirá produciendo una mínima parte de las emisiones GEI del planeta, ya es una de las regiones más vulnerables a sus consecuencias negativas. La región es gravemente afectada por sequías, ciclones y el fenómeno de El Niño-Oscilación Sur.

Dado que los factores dependientes del clima son aportes significativos a las actividades económicas como la agricultura, el cambio climático incidirá cada vez más en la evolución económica de la región, de no adoptarse medidas de reducción de las emisiones. En términos fiscales el cambio climático constituye un pasivo público contingente que afectará las finanzas públicas por generaciones. (CEPAL, 2010)

En Honduras la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) reporta a diciembre del año 2010 un 81% de cobertura a nivel nacional, lo que indica que existe aproximadamente un 19% de hogares del territorio nacional que no tienen acceso al servicio de energía eléctrica, ubicados en su mayoría en áreas rurales del país. Si bien esas cifras de la ENEE son alentadoras, la realidad al visitar zonas rurales del país es otra, y por ello se requiere de inversiones adicionales y de una estrategia integral que permita incrementar el porcentaje de cobertura de energía eléctrica y que al mismo tiempo contribuya con el desarrollo y mejora en la calidad de vida de los hondureños, en cumplimiento de los indicadores de avance del Plan de Nación y los objetivos y metas de la Visión de País. (ENEE, 2011)

El constante incremento del precio de la energía eléctrica, así como la contaminación del medio ambiente por utilizar plantas térmicas y el difícil acceso a ciertas zonas del país por parte del ente encargado, son razón suficiente para revertir la matriz energética actual e incrementar los proyectos de energía renovable que tienen costos menores y son amigables con el medio ambiente.

1.3.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La carencia del acceso a energía eléctrica como servicio básico de primera necesidad en el caserío de El Verdugo, aldea de Azacualpa, municipio de Reitoca, Francisco Morazán.

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.3.1 Pregunta Central

¿Cómo se puede lograr que la comunidad tenga acceso al servicio de energía eléctrica para mejorar su condición de vida?

1.3.3.2 Preguntas Específicas

- ¿Cuál es la situación actual del caserío de El Verdugo, definidos en aspectos sociales, económicos, demográficos y geográficos?
- ¿Cuál es la demanda de watts requerida de energía por familia para suplir sus necesidades básicas en dicha materia?
- De acuerdo al número de viviendas en la comunidad, ¿cuál será el presupuesto requerido para la instalación de paneles a las familias?
- ¿Cuál sería el plan de acción para desarrollar un proyecto de energía renovable de tipo solar a través de paneles fotovoltaicos en el caserío?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir al mejoramiento del nivel de vida de los habitantes de el caserío de El Verdugo de Azacualpa, municipio de Reitoca, sur de Francisco Morazán mediante un proyecto de energía solar fotovoltaica que supla la carencia del servicio en esa comunidad, convirtiéndose en factor de desarrollo para los beneficiarios.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico de la situación actual en aspectos sociales, económicos, demográficos y geográficos del caserío de El Verdugo,

- Definir la cantidad de energía a proporcionar a cada familia,
- Identificar la cantidad de familias a beneficiar, y
- Generar una propuesta para la implementación de paneles solares que proporcionen energía eléctrica en el caserío de El Verdugo.

1.5 VARIABLES DE ESTUDIO

Las principales variables observadas a lo largo del proceso del estudio, se ilustran en la Figura 1, estas son el nivel de pobreza y desarrollo de El Verdugo, las condiciones que favorecen la generación de energía solar fotovoltaica en el caserío; el clima y la potencialización de la generación de energía renovable, y por último las fuentes de inversión del caserío para desarrollar proyectos de electrificación.

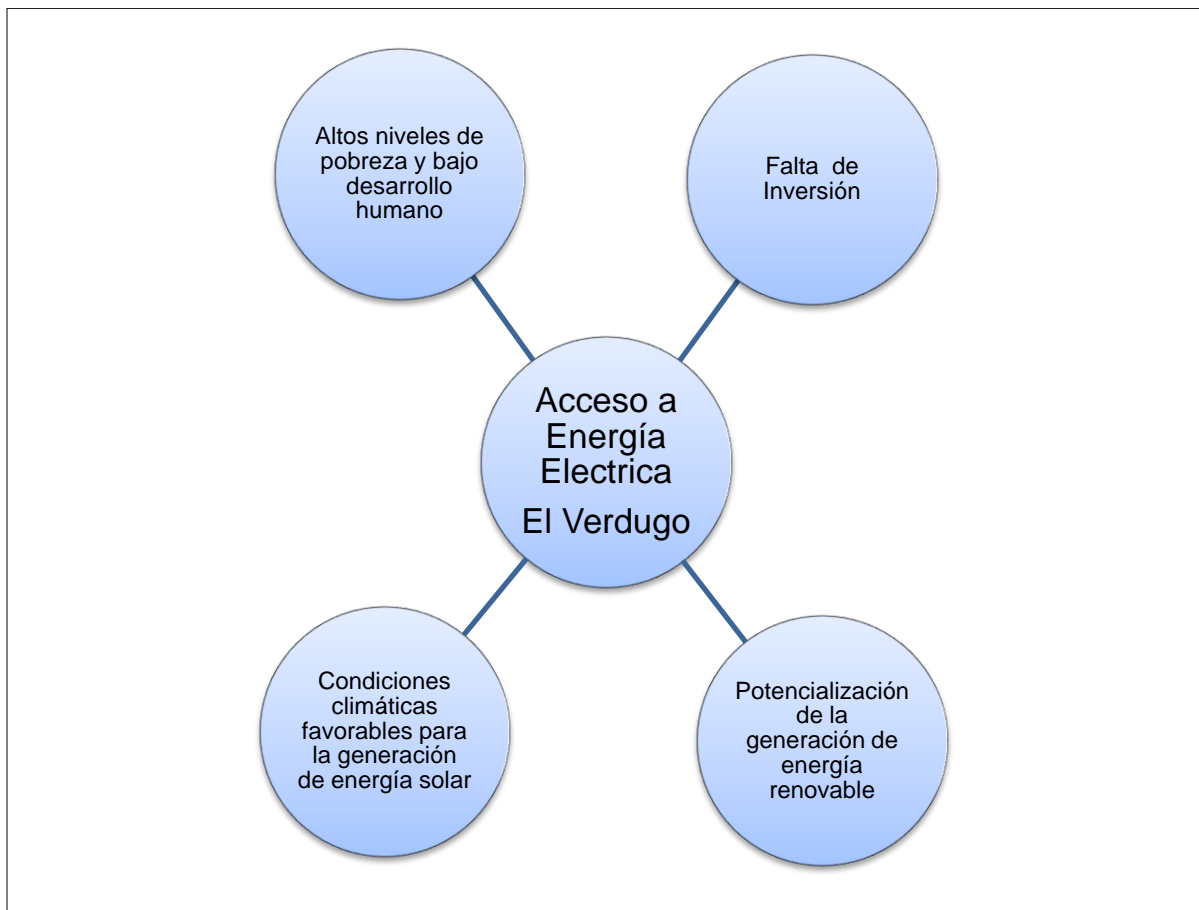


Figura 1. Variables de estudio

1.6 JUSTIFICACIÓN

La Empresa Nacional de Energía Eléctrica es el ente encargado por parte del Estado, de la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica para satisfacer las necesidades y expectativas energéticas del pueblo hondureño, considerando la protección del medio ambiente y contribuyendo al desarrollo socioeconómico del país; sin embargo la ENEE en el transcurso de los años, se ha encontrado con múltiples limitaciones en la generación y distribución de la energía. (ENEE, 2011)

El caserío de El Verdugo, aldea de Azacualpa, municipio de Reitoca, Francisco Morazán, por sus características geográficas y económicas, carece del acceso al servicio de energía eléctrica. Por un lado la lejanía de la aldea, a pesar de encontrarse en el mismo departamento de la ciudad capital de Tegucigalpa, inhibe a la estatal eléctrica de establecer una red de distribución de energía a ese aldea del sector rural. Por otro lado la municipalidad de Reitoca carece de recursos financieros que le permitan invertir en proyectos de generación y/o distribución de energía, porque la partida presupuestaria del gobierno para las municipalidades es insuficiente para hacer frente a esas necesidades, y porque las aldeas del municipio de Reitoca, no se caracterizan por una economía productiva.

Esas condiciones aunadas a los factores ambientales del municipio, lo han convertido en principal receptor de proyectos energéticos gestionados a través de la cooperación internacional, encontrado en ello otra limitante, constituida por la falta de experiencia del gobierno municipal en la formulación de proyectos que realmente respondan a las necesidades que debería de cubrir para sus pobladores.

Por todo lo anterior este proyecto pretende vislumbrar las necesidades energéticas del caserío de El Verdugo, aldea de Azacualpa , municipio de Reitoca, a fin de formular un proyecto de generación de energía solar fotovoltaica, mismo que al ser implementado, contribuya al mejoramiento del nivel de vida de los habitantes, como factor de su desarrollo.

CAPÍTULO II MARCO TEORICO

2.1 ENERGÍA ELÉCTRICA COMO FACTOR DE DESARROLLO Y CRECIMIENTO

Es evidente la importancia que ha adquirido la energía eléctrica para la humanidad, convirtiéndose en un servicio cada vez más necesario para la actual forma de vida de la sociedad, esta relevancia se puede analizar desde un contexto histórico.

Durante las primeras etapas de la Revolución Industrial, la principal fuente energética fue la energía hidráulica con la que se movían ruedas y turbinas. Consecutivamente se empezó a emplear la energía del vapor generado por máquinas. Por muchos años, estas máquinas eran las guías del ritmo de producción y símbolo de la industrialización de las fábricas de esa época (Cunningham, 2003). Después de algunos años la electricidad logró relevar esos tipos de energía, ya que a pesar de que las condiciones relacionadas con la producción eran las mismas, la electricidad tenía una enorme ventaja. La energía eléctrica podía ser transportada fácilmente, con pérdidas relativamente bajas, desde y hacia centros de producción retirados, lo cual facilitaba que las industrias pudieran estar situadas en zonas donde se encontraban las materias primas o el comercio. El éxito de la energía eléctrica se afianzó primordialmente porque esta podía ser transformada en luz.

Las consecuencias de la incorporación de la energía eléctrica no han sido únicamente a nivel de la industria y la producción, sino que también en la conformación de la sociedad actual. La disponibilidad de energía eléctrica facilita el desarrollo socioeconómico tanto individual como colectivo, siempre y cuando también se ejecuten acciones que incluyan la salud, la educación, la producción, etc.

La energía eléctrica es un facilitador de todas estas acciones, forjando un cambio social y ampliando las posibilidades de bienestar en la población. Esta ha originado una transición energética facilitando el uso de la iluminación residencial y pública, el uso de los electrodomésticos, de la telefonía y la radiocomunicación, la electrificación en hospitales, centros de salud y escuelas, y el uso en procesos de producción; aspectos

que en la actualidad son esenciales para la humanidad y no se podrían llevar a cabo sin la utilización de la energía eléctrica.

La electrificación ha sido vital para la evolución de la industrialización y la modernización de los países y, de esta manera, se ha expandido la posibilidad de lograr el desarrollo y obtener grandes avances científicos y tecnológicos, también ha facilitado la construcción de represas, carreteras, ferrovías y fábricas en lugares considerados inhóspitos. (Montero, 1991)

Una de las grandes prioridades en los proyectos de electrificación, es la unificación de los sectores agrícolas e industriales, con la intención de eliminar gradualmente las diferencias entre la ciudad y el campo, mejorando aspectos relacionados con la salud, educación, trabajo e infraestructura para mejorar la calidad de vida de los habitantes de las zonas rurales, y así desestimular la migración masiva de los campesinos a los sectores urbanos, ya que la sobrepoblación genera escasez de recursos, afectando directamente el desarrollo y crecimiento de un país.

El desarrollo y el crecimiento de un país dependen de factores energéticos y ambientales. Los pobres se ven afectados de manera desproporcionada por la degradación ambiental y la falta de acceso a los servicios de energía limpia y asequible. En Honduras, la incorporación de los principios del desarrollo sostenible en las políticas nacionales es un objetivo prioritario para promover el desarrollo humano sostenible y alcanzar las Metas del Milenio. (PNUD, 2010)

En un intento por mejorar el índice de desarrollo humano es necesaria la vinculación entre el cambio climático, la generación y consumo de electricidad, la gestión integrada del recurso hídrico, los bienes y servicios ambientales, la educación y la paz social con el acceso a fuentes nuevas y renovables de energía. (FERCCA, 2010).

A nivel regional los gobiernos de Centroamérica han firmado convenios internacionales, declaraciones y programas de acción que propician un estilo de desarrollo energético

más eficiente, equitativo socialmente y en armonía con el medio ambiente, los gobiernos apuntan por el uso racional de la energía y la mejor utilización de las potencialidades del patrimonio natural, lo que otorga especial consideración al papel de las fuentes de energía nuevas y renovables en el desarrollo sostenible.

Por ello el sector energético debe diseñar políticas de reestructuración energética que permitan enfrentar los desafíos de elevar el crecimiento económico, superar la pobreza y garantizar la protección del medio ambiente y articular esfuerzos en favor del desarrollo.

El hombre y el medio ambiente constituyen el objetivo central de las políticas de desarrollo. La conservación y uso eficiente de la energía, así como el desarrollo de las fuentes nuevas y renovables de energía a través de programas de electrificación que sean concebidos de manera integral, constituyen una línea de acción que permitirá armonizar los objetivos de crecimiento, equidad social y sustentabilidad ambiental. (CEPAL, 2010)

2.2 SECTOR ENERGÉTICO EN HONDURAS

La primera etapa en la historia del sector energético en Honduras está definida por la creación, en 1957, de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, a través de la Ley Constitutiva de la ENEE, la cual nace con el mandato de promover la electrificación del país mediante el “estudio, construcción y operación de obras de electrificación; la representación del gobierno en cualquier compañía en la que éste fuera accionista, y el suministro de asistencia a cualquier generador o distribuidor privado que la requiriese”. (ENEE, 2011)

Durante sus primeras dos décadas, la expansión de la ENEE estuvo impulsada por el apoyo técnico y financiero de los organismos financieros internacionales. Abundaban los proyectos hidroeléctricos y la red de transmisión se expandía para incorporar todas las áreas de la actividad económica del país a la red nacional. El mayor proyecto, la planta hidroeléctrica de El Cajón (300 MW) sobre el río Comayagua, se encargó en 1985. Con la inauguración del proyecto hidroeléctrico Honduras resolvía aparentemente su déficit

de energía, y principalmente una incómoda dependencia de más de 50% en la generación térmica basado en hidrocarburos. La usina hidroeléctrica pasó a suplir alrededor del 69% de la demanda eléctrica nacional, el país sumaba una capacidad instalada de 560 MW y una demanda de 220 MW, lo que le permitió convertirse en exportador de energía para los países de la región. A pesar de ello, el país quedó con un gran exceso de capacidad y la ENEE con una pesada deuda. Como consecuencia las plantas hidroeléctricas no recibieron el mantenimiento adecuado.

En los últimos años de la década de los ochenta, la ENEE se dedicó casi exclusivamente a un ambicioso programa de ampliación de subestaciones y a obras de electrificación rural, sin embargo, la ampliación de las instalaciones físicas de la ENEE no fue acompañada de un crecimiento y fortalecimiento institucional, por la falta de capacidad administrativa. Eso condujo a un consecuente deterioro en la calidad del servicio prestado y a un alto nivel de pérdidas. Cuando finalmente la demanda se puso a la par, hubo una severa sequía y muchas de las plantas no eran operativas, lo que condujo a una grave crisis energética en 1993.

Sin embargo, a partir de 1994, el gobierno del presidente Carlos Roberto Reina comenzó un fuerte programa de racionamiento de energía, con cortes diarios de hasta 12 horas por un período de ocho meses, a la vez que retomó a costos altos, la operación de antiguas plantas térmicas existentes que habían sido abandonadas o vendidas parcialmente, y por último, aprobó la Ley Marco del Subsector Eléctrico, que abrió las oportunidades de generación, transmisión y distribución de energía al sector privado, desmonopolizando el papel del Estado en ese subsector, y definiendo prioridades a mediano y a largo plazo para las fuentes renovables de energía. Además, se estableció la creación del gabinete energético, un consejo de ministros que definiría la política energética nacional, asesorado por un comité técnico permanente.

La ley fracasó porque las redes de distribución no se desagregaron ni privatizaron, y la ENEE continuó actuando como una empresa de propiedad estatal que mantuvo su papel central en la planificación energética y la formulación de políticas. Además, los principios de tarifas, para cubrir costos, y de subsidios focalizados, no se implementaron

correctamente debido al inadecuado compromiso político de importar petróleo para generar energía, lo que en última instancia condujo a precios de generación elevados y volátiles.

En los años 90, la generación termoeléctrica sustituyó a la energía hidroeléctrica a causa del encarecimiento del desarrollo de ese rubro cuando los organismos financieros internacionales suspendieron los fondos provenientes de préstamos sin intereses, aunado a que los inversores privados dirigieron la expansión de la generación de energía hacia el uso de fuel oil pesado y combustibles diesel porque estos implicaban menores riesgos y menor tiempo de maduración de los proyectos. (ENEE, 2011)

El gobierno por su parte, cerró la opción de proyectos basados en hidrocarburos, y comenzó a favorecer proyectos basados en energía renovable, a través de exenciones impositivas para los desarrolladores y un acuerdo de comprador garantizado de la energía; este marco legislativo facilitó la negociación de unas 30 sociedades público-privadas con la ENEE para pequeñas plantas de energía renovable. En Honduras, las opciones de energía renovable a nivel comercial disponibles son la energía eólica, geotérmica, pequeñas hidroeléctricas, biomasa y solar. (FAO, 1995)

Actualmente, el gobierno del presidente Porfirio Lobo Sosa está haciendo frente a otra crisis energética derivada de la falta de inversión en líneas de transmisión y subestaciones en gobiernos pasados, lo que hubiese asegurado la calidad del servicio en el mediano y largo plazo, garantizando el suministro para los próximos 30 años. El gobierno debe trabajar en la rehabilitación y expansión de las redes de distribución, como también en la generación de energía renovable, y el control sobre la ENEE. Para ello, el gobierno, a través de la estatal eléctrica busca fondos de la cooperación internacional y analiza la emisión de la deuda interna como respuesta más inmediata. (SDP, 2012)

A pesar de esos esfuerzos, los contratos de compra de energía que la ENEE ha firmado con los productores independientes que operan las plantas de energía de combustible fósil, siguen siendo los principales instrumentos de generación de electricidad en

Honduras, el gobierno por su parte apunta a los recursos renovables, como un elemento vital de su estrategia de diversificación del abastecimiento de energía, de reducción de la vulnerabilidad a impactos externos y de mitigación del impacto ambiental por la producción de electricidad.

Una vez solucionada la problemática actual, el desarrollo de grandes proyectos hidroeléctricos y la provisión de más incentivos para proyectos de energía renovable, aunado al incremento de acceso a fuentes de energía, específicamente en el área rural, deberán convertirse en las prioridades del gobierno en el sector energético.

2.3 ELECTRIFICACIÓN RURAL

Aunque el gobierno ha hecho esfuerzos significativos para ampliar los beneficios de la energía, todavía existe una parte de la población, específicamente la población rural que ha sido menos beneficiada por los programas de extendido de la red eléctrica, por el alto costo de extensión de las líneas de transmisión al sector rural y por la baja capacidad de consumo que tienen los habitantes del campo.

La penetración de tecnologías de energía renovable en los programas de electrificación rural aún es limitada. Según el Banco Mundial, el potencial de desarrollo de fuentes renovables en comunidades pequeñas y aisladas del país, está muy desaprovechado debido a la falta de incentivos y de un marco político claro y coherente.

En Honduras hay un gran potencial de recursos autóctonos de energía renovable. Estos recursos podrían desarrollarse a precios competitivos debido a la tendencia de aumento de los precios del petróleo. Sin embargo, a excepción de los grandes proyectos hidroeléctricos, el potencial de desarrollo de la energía renovable aún no ha sido explotado.

Con una capacidad instalada de 1,242 megavatios, Honduras se apoya en un sistema energético basado en la generación térmica (que aporta casi dos tercios de la capacidad

instalada total), por lo que es muy vulnerable a los altos y volátiles precios internacionales del petróleo. (Banco Mundial, 2007)

La matriz de generación de energía, se distribuye de la siguiente forma:

Tabla 1: Matriz energética de Honduras año 2009	
Tipo de energía	Porcentaje
Térmica	62%
Renovables privadas	9%
Renovables estatal	29%

Fuente: (AHPER, 2010)

Los planes de expansión del gobierno, incluidos en la Visión de País 2010-2038 y el Plan de Nación 2010-2022 apuntan a un cambio en la matriz energética para el 2020:

Tabla 2: Matriz energética de Honduras año 2020	
Tipo de energía	Porcentaje
Térmica	20%
Renovable	80%

Fuente: (Gobierno de Honduras, 2010)

Sin embargo, y a pesar de la necesidad del desarrollo de proyectos de generación de energía renovable, puede que no todos estos proyectos sean viables, algunos como los dos grandes proyectos hidroeléctricos sobre los ríos Patuca y Cangrejal son controvertidos debido a su impacto ambiental. Más adelante se hará mención de los proyectos de energía renovable que se han desarrollado durante la última década en el país.

Los préstamos subvencionados y subvenciones de instituciones financieras internacionales y de donantes bilaterales al sector energético hondureño se focalizan en la electrificación rural, eficiencia energética y la generación de energía renovable. Este tipo de financiamiento es limitado. Ninguno de los actuales proyectos financiados por

donaciones apoya el desarrollo de grandes plantas hidroeléctricas, la expansión de la generación de energía fósil, ni grandes inversiones en líneas de transmisión, necesarias para garantizar que el abastecimiento se mantenga a la par de la demanda y para mantener la calidad del servicio.

2.4 CAMBIO CLIMÁTICO

Se llama cambio climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros meteorológicos: temperatura, presión atmosférica, precipitaciones, nubosidad, etc. En teoría, son debidos a causas naturales y antropogénicas (causadas por el hombre).

Los problemas ambientales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y el agotamiento de la capa de ozono, tienen una dimensión global, ya que se trata de cuestiones que no pueden ser solucionadas por los países actuando de forma aislada. Honduras ha asumido su compromiso planetario, al ser partícipe de las principales convenciones vinculadas a la protección del medio ambiente mundial, entre las cuales destaca la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, que entro en vigencia en 1994, y que antecedió la aprobación del Protocolo de Kioto que tiene por objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que causan el calentamiento global, en un porcentaje aproximado de al menos un 5% dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012 (PNUD, 2010). Este año se celebra en Brasil, la cumbre Rio 20+ que tiene como objetivo llegar a acuerdos sólidos sobre temas económicos, ambientales y sociales, además de la discusión de la propuesta de "economía verde", para contrarrestar los efectos del cambio climático.

La dependencia de las sociedades en el uso de recursos naturales sigue siendo alta, en Honduras, por ejemplo, según datos del PNUD, la biodiversidad y los bosques se encuentran bajo presión extrema debido a la deforestación, como resultado de la extensa cría de ganado, el descombro especulativo de la tierra, y la expansión de la frontera agrícola por parte de pequeños agricultores. La estabilidad de los recursos

naturales y de los ecosistemas, así como su capacidad de mantener el sustento rural, se encuentran amenazadas por el manejo inapropiado de la tierra y el agua; revertir esos procesos resulta difícil por varios factores, entre ellos, políticas sectoriales que no atienden los problemas de forma integral, regulación inefectiva, consideración inadecuada de los problemas ambientales en las iniciativas de desarrollo, falta de acceso a la información, y la baja capacidad técnica.

A pesar de ello, el país ha realizado esfuerzos para revertir los efectos de dichos procesos, desarrollando e implementando una Política Ambiental Nacional, así como un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y una Unidad de Cambio Climático adscrita a la SERNA, generando espacios de concertación, y mejorando instrumentos para una gestión ambiental eficiente. (Laínez, 2009)

En el Informe de País sobre las Metas del Milenio, Honduras propone en su Meta No. 9 "Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y en los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente", planteándose los siguientes desafíos:

1. Revertir la tendencia de destrucción de los bosques hondureños, por el tiempo que demoran en regenerarse y por la biodiversidad que albergan.
2. Aplicar medidas que incidan en la reducción de los niveles de emisiones de gases por fuentes fijas y vehiculares.
3. Aplicar el marco de políticas ambientales y el marco jurídico que las rijan: perfiles ambientales, planes de acción ambiental, la ERP y el plan de gobierno, la Visión de País 2010-2038 y Plan de Nación 2010-2022, la Ley Marco de Agua, Ley Forestal y la Ley de Áreas Protegidas.
4. Facilitar la coordinación interinstitucional y la búsqueda y el uso de financiamiento para la ejecución de programas y proyectos ambientales.
5. Fortalecer las capacidades de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, para que pueda asumir con mayor propiedad el rol que le corresponde en el campo

medioambiental, como también fortalecer las otras instituciones que forman parte del sistema de gestión ambiental del país. (PNUD, 2010)

La mayoría de las agencias de cooperación internacional, bilaterales y multilaterales condicionan la ayuda al país, a que los proyectos que emprendan con los fondos, tengan un mínimo impacto sobre el medio ambiente, aunado a otra serie de condiciones que le dan el carácter de “integral” a dichos proyectos. (Aldana, 2012)

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo apoya al Estado de Honduras en los procesos encaminados a promover el acceso equitativo, el uso sustentable y la conservación de los recursos naturales por medio de una política ambiental integrada y apropiada. Impulsando la descentralización de la gestión ambiental y promoviendo el uso eficiente de la energía y la búsqueda de fuentes de energía renovables. (SNU, 2007)

Dentro de este proceso, el PNUD apoya a la SERNA en la implementación de la Convención Marco de Cambio Climático, el Protocolo de Kyoto, el Protocolo de Montreal relativo a sustancias que agotan la Capa de Ozono, Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, Convención de Lucha contra la Desertificación, y el Convenio de Diversidad Biológica.

Para hacer frente al problema del cambio climático se debe contar con información actual sobre el clima, la cobertura forestal, los aspectos demográficos y sociales, y la producción agrícola, se debe fortalecer la capacidad técnica nacional, se debe crear una herramienta de evaluación de fuentes y sumideros de gases efecto invernadero (GEI) que coadyuven en la actualización de políticas de mitigación. (PNUD, 2010)

2.5 TIPOS DE ENERGÍAS

De acuerdo a sus fuentes la energía se puede clasificar en dos tipos: Renovable y No Renovable. La Energía No Renovable tiene un carácter limitado en el tiempo y su consumo implica su desaparición en la naturaleza sin posibilidad de renovación. La Energía Renovable es la que aprovecha los recursos naturales de energía del planeta,

por lo que comprende una fuente inagotable de flujo energético, renovándose constantemente; y por su bajo impacto ambiental se catalogan como limpias. (Jódar, 1998).

Las principales fuentes de energía son:

No renovables	Renovables
carbón	hidráulica
petróleo	biomasa mareomotriz
gas natural	solar
nuclear	eólica
	geotérmica

2.5.1 ENERGÍA NO RENOVABLE

La energía no renovable, también conocida como convencional por ser la más utilizada en el planeta, es la que sus fuentes se hallan en forma limitada en La Tierra, formándose a lo largo de las épocas pasadas, y como consecuencia de determinadas condiciones geológicas. Estos yacimientos se agotan a medida se les consume por que no pueden sustituirse, debido a que no existe sistema de producción o extracción viable. Deberían transcurrir miles de años para que volvieran a generarse. El carbón, el petróleo y el gas caben en esta categoría y se les denomina combustibles fósiles porque son sustancias originadas por la acumulación, desde hace millones de años, de grandes cantidades de restos de seres vivos en el fondo de lagos y otras cuencas sedimentarias como el subsuelo. Estos elementos sirven como combustible para calentar el agua y convertirla en vapor y generar también electricidad.

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) induce un escenario para el 2030, con más de 8,000 millones de habitantes del planeta, que supone un incremento del 60% del consumo energético global actual, en el que el grueso del aumento lo constituirían los combustibles fósiles. En este escenario el petróleo seguiría siendo la primera fuente energética mundial (el 35%), incrementándose la demanda actual en casi un 50%. La demanda mundial de gas crecerá todavía más rápidamente (un 90% sobre el consumo

actual), desplazando al carbón como segunda fuente energética global. Y en conjunto, el incremento de las emisiones de CO₂ se disparará un 62%, lo que choca frontalmente con las mínimas recomendaciones para intentar paliar la gravedad del cambio climático en marcha. (Gómez, 2005)

2.5.1.1 El Carbón

El carbón es una sustancia ligera, de color negro y muy rica en carbono. Se ha formado por la acumulación de vegetales terrestre (hojas, madera, cortezas y esporas) durante el periodo Carbonífero de la Era Primaria de La Tierra. Estos vegetales a lo largo del tiempo han sufrido el encierro en el subsuelo terrestre, experimentando cambios de presión y temperatura, lo que ha posibilitado la acción de reacciones químicas que los han transformado en diferentes tipos de carbón mineral. El tiempo que ha durado su fosilización hace que el carbón sea mejor o peor combustible, es decir tenga mayor poder calorífico.

El carbón suministra gran parte de la energía primaria consumida en el mundo, sólo por detrás del petróleo. Las centrales térmicas de carbón pulverizado constituyen una de las principales fuentes de energía eléctrica a nivel mundial. Mediante el proceso de licuefacción directa, el carbón puede ser transformado en un crudo similar al petróleo. (Cunningham, 2003)

2.5.1.2 El Petróleo

Se trata de una sustancia líquida, menos densa que el agua, de color oscuro, aspecto aceitoso y olor fuerte, formada por una mezcla de hidrocarburos (compuestos químicos que sólo contienen en sus moléculas carbono e hidrógeno). En estado líquido es llamado aceite "crudo", y en estado gaseoso, gas natural. El petróleo es designado como el principal proveedor de la energía a nivel mundial. Se extrae por medio de perforaciones hasta encontrar la bolsa que lo contiene. Al alcanzarla, la presión del gas o del agua hace que el petróleo pueda subir espontáneamente a la superficie.

En el mismo campo petrolífero es donde se separa el petróleo crudo del agua y del gas natural que lo acompaña. El crudo es transportado mediante oleoductos y barcos petroleros hasta las refinerías, donde se destila en las formas que sean más apropiadas para los diferentes usos finales.

Del petróleo se derivan diversas sustancias, entre ellas: gasolinas, aceites, abonos, plásticos, explosivos, medicamentos, colorantes, fibras sintéticas, etc. De ahí la necesidad de no malgastarlo como simple combustible.

Se emplea en las centrales térmicas como combustible, en el transporte y en usos domésticos. Estos combustibles causan contaminación por la producción, por el transporte y por el uso, y se ha alertado sobre los peligros de la lluvia ácida, el efecto invernadero y los vertidos en los mares y océanos. (Cunningham, 2003)

2.5.1.3 El Gas Natural

Tiene un origen similar al del petróleo y suele estar formando una capa o bolsa sobre los yacimientos de petróleo. Cuando el gas natural se encuentra en yacimientos independientes recibe el nombre de gas natural no asociado. Está compuesto, fundamentalmente, por metano pero también tiene etano y propano.

El gas natural es un buen sustituto del carbón como combustible, debido a su facilidad de transporte y su elevado poder calorífico y a que es menos contaminante que los otros combustibles fósiles.

El gas natural produce mucho menos CO₂ que otros combustibles como los derivados del petróleo, y sobre todo el carbón. Este tiene diversas aplicaciones en la industria, el comercio, la generación eléctrica, el sector residencial y el transporte de pasajeros. Ofrece grandes ventajas en procesos industriales donde se requiere de ambientes limpios, procesos controlados y combustibles de alta confiabilidad y eficiencia.

2.5.1.4 La Energía Nuclear

La energía nuclear es la energía liberada durante la fisión o fusión de núcleos atómicos cuando en él se produce una reacción nuclear. Es la cuarta fuerza energética y es la fuerza más potente, las cantidades de energía que pueden obtenerse mediante procesos nucleares superan con mucho a las que puedan lograrse mediante procesos químicos, que solo implican las regiones externas del átomo.

2.5.2 ENERGÍAS RENOVABLES

Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y en escalas humanas se podría decir que son inagotables debido a que su producción se realiza por medios naturales: solar, eólica, biomasa geotérmica y mareomotriz. Las energías renovables son fuentes de abastecimiento energéticos amigables con el medioambiente, lo cual no significa que no generan ningún impacto, pero estos son mucho más bajos que los provocados por los combustibles fósiles.

2.5.2.1 Energía eólica

La energía eólica es la energía cuyo origen proviene del movimiento del aire. Esta energía es convertida a energía eléctrica a través del uso de un aerogenerador, el viento hace girar las hélices del aerogenerador, estas giran el rotor de un generador convirtiendo la energía del viento a electricidad. Los aerogeneradores pueden trabajar de manera aislada o agrupados en lo que es conocido como parques eólicos. Los parques eólicos pueden variar de tan solo unos pocos a cientos de aerogeneradores individuales, y se pueden situar en tierra firme o en mar abierto.

La energía eólica es la actualmente la energía renovable de mayor crecimiento en el mundo con una tasa de crecimiento de 31.7 % en el año 2009. Al final de ese año, todos los aerogeneradores del mundo producirán el 2 % de la demanda global de energía eléctrica. (SDP, 2012)

Las ventajas de la energía eólica son varias:

- El viento es una fuente de energía gratis e inagotable; y gracias a los avances tecnológicos en aerogeneradores esta fuente se cultiva de manera eficiente.
- Durante su uso, los aerogeneradores no producen gases de efecto invernadero (GEI) lo cual los hace una fuente de energía limpia.
- La construcción de parques eólicos crea oportunidades de trabajo ayudando a la economía del país.
- Esta fuente de energía puede ser utilizada para proveer energía a la red eléctrica y para zonas rurales que no están conectadas a esta, ya que su funcionamiento es de manera autónoma, frente a la fuente más cercana accesible, que en este caso es la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

Algunas desventajas son:

- La energía producida no es constante debido a que los vientos varían. Todos los aerogeneradores, tendrán épocas de generación alta y épocas en la cual no se produzca energía.
- Los aerogeneradores producen bastante ruido y es por esto que los parques eólicos son usualmente construidos lejos de las zonas urbanas.
- La instalación de estos aparatos es relativamente costosa pero a largo plazo se sentirán los resultados positivos, especialmente en el campo económico.

La energía eólica es favorable para Honduras debido que a nivel de la región, hay una complementariedad importante entre la energía eólica y la hidroeléctrica; pues la estación seca (cuando hay menor generación con recursos hídricos) es también la época de mayor régimen de vientos. Según algunas estimaciones, se ha identificado un potencial en Honduras de alrededor de 500 megavatios de generación a través de la energía eólica y una reducción de 1,200 toneladas equivalentes de CO₂ por año. En el mes de Marzo de 2012 se inauguró en el país, el primer parque eólico en el Cerro de Hula con una capacidad estimada de 100 megavatios, siendo el parque eólico más grande de Centroamérica y uno de los más grandes de América Latina. Además, se han identificado ciertas zonas factibles para el desarrollo de energía eólica en el resto del país entre las que destacan La Esperanza, San Marcos de Colón, Islas de la Bahía e Intibucá. (SDP, 2012)

2.5.2.2 Biomasa y Bioenergía

La bioenergía, como su nombre indica, es la obtención de energía procedente de la vida. El término biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz, macadamia), del aserradero (podas, ramas, aserrín, cortezas), y de los residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros). (SDP, 2012)

La generación de electricidad a partir de la biomasa involucra diversas tecnologías de conversión. La más común de estas es la combustión directa para producir vapor. Al quemar la materia se aprovecha el alto poder calorífico de la misma para producir vapor, el vapor mueve turbinas que transfieren la energía a un generador y este produce electricidad. Este tipo de energía se puede utilizar en todos aquellos lugares donde se necesite calor: hogares, granjas, industrias, etc. También se puede transformar este tipo de energía en electricidad siguiendo el modelo de las centrales térmicas; en lugar de utilizar combustibles fósiles se puede utilizar combustibles biológicos. (Gómez, 2005)

En Honduras existe actualmente una disponibilidad inmediata de desechos de madera de la industria y aprovechamiento forestal, además de bagazo de los ingenios azucareros. Ya existen en el país algunos ejemplos de generación eléctrica a partir de desechos de madera, como el Aserradero Yodeco, Aserradero Lumberton, La Escuela Nacional de Ciencias Forestales y en la comunidad agroforestal de Chaguite Grande. Se calcula que los ocho ingenios instalados en el país podrían generar 35 Mw en la época de zafra de la caña, que dura cinco meses (SDP, 2012). PROLEÑA estima que a nivel nacional existe un potencial para 30 Mw de generación eléctrica a partir de desechos de los aprovechamientos forestales y de las industrias forestales primarias. La energía de la biomasa en Honduras puede tornar más factible económicamente la extensión de la energía eléctrica hacia las comunidades rurales más aisladas. El uso de la biomasa favorece la inyección de recursos en el sector rural, con el cultivo y la compra de desechos de biomasa (FAO, 1995).

2.5.2.3 Energía Geotérmica

La energía geotérmica es la energía que proviene del calor del interior del planeta. Esta es una tecnología de energía limpia y confiable que no depende de las variaciones climáticas o estacionales. La energía generada en función de su temperatura es aprovechada para producir electricidad o para el calentamiento de agua y calefacción.

La idea de generar energía eléctrica a través de la energía geotérmica es muy simple, el calor generado por la tierra puede ser extraído y usado para producir vapor, el vapor mueve turbinas, y esta energía es transmitida a un generador que produce electricidad. Los fluidos extraídos son reinyectados a la tierra después de haber aprovechado su potencial y el proceso comienza de nuevo. Las plantas geotérmicas producen energía constante ya que no depende de variaciones climáticas, además que ocupan poco terreno lo que beneficia la protección del medio ambiente.

Por otro lado, una desventaja del uso de este tipo de energía es que no puede ser construida en cualquier lugar. El área correcta donde debería de construirse una planta geotérmica debe caracterizarse por tener rocas calientes en la profundidad justa y fácil para la perforación de la tierra.

En Honduras no se ha considerado la posibilidad de usar este tipo de energía renovable al nivel que se ha considerado otras. Se estima que hay un potencial geotérmico en Honduras de 125.3 megavatios. Existe una iniciativa pionera en este tipo de proyecto llamada Geotérmica Platanares que ha venido desarrollando acciones a nivel de estudio y hasta el momento se cree que van a producir aproximadamente 35 megavatios en la comunidad de Platanares. Se espera que el proyecto geotérmico entre en operación en el 2013. (SDP, 2012)

2.5.2.4 Energía Hidroeléctrica

La energía hídrica o hidroeléctrica convierte la energía potencial del agua en energía mecánica a través de turbinas, la cual luego es convertida en energía eléctrica a través de un generador. La energía hídrica es la mayor fuente de energía renovable en el

mundo; aproximadamente el 20 % de la energía eléctrica proviene de la energía hídrica. La energía hídrica es una de las primeras fuentes de energía que se ha aprovechado para la producción de electricidad en Centroamérica.

En Honduras, esta es la tecnología renovable con mayor representación y potencial en el Sistema Interconectado Nacional (SIN). En el 2009, el 33 % de la energía provino de energía hídrica, y se estima un potencial de 5,000 megavatios. En general para la región, la disponibilidad del recurso hídrico es altamente dependiente de las fluctuaciones estacionales, y de los patrones climatológicos; por su naturaleza, los proyectos hidroeléctricos son altamente dependientes del sitio donde se ubique el recurso. A menudo, las áreas de gran potencial hidroeléctrico se encuentran distantes de los grandes núcleos de población y de consumo de energía, por lo que la inversión en líneas de transmisión puede ser significativa. (SDP, 2012)

2.5.2.5 Energía Mareomotriz

Una nueva forma de producir energía renovable es la energía mareomotriz, el movimiento de las aguas del mar producen energía que se transforma en electricidad en las centrales mareomotrices. Se aprovecha la energía liberada por el agua de mar en sus movimientos de ascenso y descenso de las mareas (flujo y reflujo).

La energía de las mareas o mareomotriz se aprovecha embalsando agua del mar en ensenadas naturales y haciéndola pasar a través de turbinas hidráulicas.

Algunas ventajas de la energía mareomotriz son:

- Es auto renovable.
- No contaminante.
- Silenciosa.
- Bajo costo de materia prima.
- No concentra población.
- Disponible en cualquier clima y época del año.

Como desventajas se encuentran:

- Impacto visual y estructural sobre el paisaje costero.

- Localización puntual.
- Dependiente de la amplitud de mareas.
- Traslado de energía muy costoso.
- Efecto negativo sobre la flora y la fauna. (SDP, 2012)

2.5.2.5 Energía Solar

El sol es la fuente de energía más abundante en el planeta, produciendo aproximadamente 120 mil millones de megavatios. Esto es aproximadamente 7 mil veces más la cantidad de energía que el mundo consumió en el año 2008. Más energía llega a la superficie de la tierra en una hora de la que el mundo consume en un año. (Marín, 2004)

La obtención directa de electricidad a partir de la luz se conoce con el nombre de efecto fotovoltaico. La existencia de este fenómeno fue puesta de manifiesto por el físico Antoine Becquerel, en el año 1839. Para conseguirlo, se requiere un material que absorba la luz del sol y que sea capaz de transformar la energía radiante absorbida en energía eléctrica, funciones de las células fotovoltaicas.

La primera célula fotovoltaica de silicio fue descrita por R. S. Ohl en el año 1941. Pero los primeros dispositivos fotovoltaicos no se empezaron a fabricar hasta la década posterior. (Marín, 2004)

La energía solar tiene el beneficio de tener una elevada calidad energética, un impacto ambiental casi nulo y es un recurso inagotable. Durante su uso, no produce emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI). Los paneles solares pueden operar por varios años sin mantenimiento, manteniendo los costos de operación a un mínimo.

La generación de energía solar es económicamente superior para las zonas rurales ya que es difícil y costoso conectar estas zonas a la red eléctrica, la mayor desventaja de la energía solar es que es costosa de implementar, la inversión es superior a los USD 10

por Vatio. Durante la noche o días nublados no se produce energía solar, esto hace que se requiera la instalación de un sistema para almacenar la energía.

Los paneles solares generan únicamente corriente continua y se requiere de un sistema para convertirla en corriente alterna. Los sistemas fotovoltaicos hasta la fecha no han aportado significativamente al Sistema Interconectado Nacional, pero su papel ha sido muy relevante por más de dos décadas en Honduras para llevar servicios básicos de electrificación rural a las comunidades sin acceso a la red eléctrica. (Puig & Jofra)

El Banco Mundial realizó estudios de mercado para sistemas fotovoltaicos en el sector rural de Honduras y se identificó un potencial de 51 megavatios. Se estima que a nivel centroamericano puede haber un potencial solar para aplicaciones rurales cercano de los 250 megavatios.

Los proyectos de energía solar en el país, comienzan en el año 2000, constituyendo proyectos pilotos dirigidos al alumbrado en zonas rurales aisladas. El proyecto con el que se arranca es la reconstrucción de la aldea solar José Cecilio del Valle, a través de fondos de Naciones Unidas para el mejoramiento de la escuela, el centro cultural, el centro de Salud y la iglesia. (SDP, 2012)

Algunos proyectos de energía solar en Honduras:

- Proyecto de iluminación en Guayape, Olancho con un potencial de 50 viviendas
- Proyecto de agua potable en el departamento de Gracias a Dios, con un potencial de 70 M3/día
- Proyecto de sistemas de riego con un potencial de 100 M3/día, ubicado en la comunidad de Diure, departamento de El Paraíso. (SDP, 2012)

2.5.3 FUNCIONAMIENTO DE LAS CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

Una célula fotovoltaica sólo puede generar electricidad cuando se cumplen tres condiciones:

- se ha de poder modificar el número de cargas positivas y negativas,

- se han de poder crear cargas que permitan la aparición de una corriente, y
- es preciso que se establezca una diferencia de potencial o campo eléctrico (Puig & Jofra)

2.5.4 LA ENERGÍA SOLAR EN CENTROAMÉRICA

En Centroamérica, el uso de los sistemas fotovoltaicos se ha desarrollado en forma relativamente lenta. A pesar de disponer tanto de condiciones climatológicas apropiadas como de aproximadamente 3.5 millones de hogares sin conexión a la red eléctrica convencional; el uso generalizado de sistemas fotovoltaicos no se ha materializado.

En la década de los 90, se empezó a utilizar seriamente la tecnología fotovoltaica para resolver problemas de electrificación rural. En estos años, el mercado fotovoltaico centroamericano era aún muy pequeño y muchas de las empresas privadas que intentaron abrirse paso fracasaron.

El nuevo siglo ofrece a esta tecnología nuevas oportunidades y esperanzas. El interés por utilizar la energía del sol ha crecido. En Centroamérica ya existen miles de familias que disponen de un sistema fotovoltaico doméstico para satisfacer sus necesidades básicas de electrificación. Aunque el mercado fotovoltaico todavía es pequeño, ya existen más empresas dedicadas exclusivamente a la venta e instalación de estos sistemas.

Hasta la fecha, los sistemas fotovoltaicos se utilizan principalmente para proveer electricidad a familias en las áreas rurales aisladas de la red eléctrica comercial. En cada país existen numerosas experiencias al respecto, pero no se ha evaluado sistemáticamente el impacto de la tecnología fotovoltaica en toda la región ni se disponen de datos confiables que permitan establecer el grado de electrificación fotovoltaica de cada uno de los países.

2.5.5 USOS FRECUENTES DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN CENTROAMÉRICA

- Iluminación de edificios públicos: La electrificación fotovoltaica de escuelas rurales, es una aplicación de la energía solar para proveer a muchos niños y niñas de recursos audiovisuales necesarios para su formación escolar. Una ventaja importante de este tipo

de aplicación es que la cantidad de beneficiarios es grande y los costos de este tipo de sistemas no son considerablemente mayores que los costos de un sistema individual para aplicaciones domésticas.

- Iluminación pública: Generalmente se asocia a los sistemas fotovoltaicos con la iluminación eléctrica para los interiores de las viviendas rurales, sin embargo, la iluminación de canchas de fútbol, espacios libres comunitarios, caminos, parques, calles y otros sitios públicos es otra aplicación extremadamente útil de los sistemas fotovoltaicos.
- Iluminación doméstica: La electrificación fotovoltaica de viviendas rurales es la aplicación más necesaria y frecuente. Miles de sistemas individuales se han instalado para proveer de luz y esparcimiento a las familias.
- Electrificación comunal: Existen ya algunas experiencias con sistemas comunales interconectados en la región. En Honduras, hay experiencia en la utilización de sistemas centralizados para la iluminación pública, de escuelas y de centros de salud, también en la utilización de computadoras para proveer de acceso a Internet a estudiantes de las escuelas rurales.
- Telefonía: Este uso es muy dado en zonas rurales muy alejadas donde los sistemas de comunicación no se llevarán en un mediano plazo, por lo que por medio de un teléfono celular, conectado a un sistema fotovoltaico, permite a la comunidad contar con comunicación telefónica. (BUN-CA, 2002)

2.5.6 OPORTUNIDADES DE LA ENERGÍA SOLAR EN CENTROAMÉRICA

- Existe mayor conciencia en la búsqueda de soluciones apropiadas a los problemas energéticos de la región.
- Se prevé una tendencia a mejorar el trabajo de coordinación, promoción y desarrollo de las energías renovables por parte de organismos locales y regionales.
- Existen ONG's interesadas en la formación técnica para instaladores fotovoltaicos y en capacitaciones relacionadas con aspectos socio-económicos de las energías renovables.
- Existen en todos los países empresas privadas dedicadas a la venta e instalación de equipos fotovoltaicos básicos.

- Las principales universidades centroamericanas disponen de investigadores dedicados al desarrollo de proyectos de electrificación utilizando esta tecnología (BUN-CA, 2002)

2.5.7 BARRERAS PARA LA GENERACION DE ENERGIA SOLAR EN CENTROAMÉRICA

- Falta de coordinación regional y local de esfuerzos: En todos los países centroamericanos surgen iniciativas y proyectos cuyo éxito podría garantizarse si se conocieran las experiencias y los resultados de iniciativas y proyectos similares ya desarrollados por otros en la misma área centroamericana, compartir información de cada proyecto desarrollado y desarrollar buenas prácticas de ejecución.
- Falta de programas de financiamiento para la realización de proyectos de electrificación fotovoltaica de gran cobertura: Muchos de los proyectos que se realizan se originan de iniciativas privadas o de donaciones extranjeras y, generalmente, no tienen un impacto significativo debido a que tienen una cobertura energética muy reducida.
- Los sistemas financieros convencionales, no proporcionan facilidades para acceder a un crédito para instalar sistemas de electrificación. Está claro que la inversión inicial que requiere la instalación de un sistema fotovoltaico no la puede pagar la mayoría de las familias rurales, pero en el fondo, no se trata de un problema de falta de capacidad de pago, sino de una ausencia de programas adecuados de financiamiento a largo plazo destinado a un grupo de usuarios de bajo ingreso.
- Falta personal capacitado: la cantidad de personas con la capacidad de diseñar e instalar sistemas fotovoltaicos es todavía limitado en la región de América Central, especialmente en las zonas rurales.
- Falta de competencia sana entre proveedores de equipos y tendencia a vender e instalar equipos de mala calidad: El deseo de reducir los precios y de vender más, ha llevado a algunas empresas privadas (suplidoras) tanto a vender equipos de baja calidad como a utilizar mano de obra no calificada para la instalación.

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE Y MÉTODOS

El método utilizado en la presente investigación es deductivo, ya que se utiliza información universal y validada para aplicar a soluciones o hechos particulares. (Bernal, 2006)

La electrificación por medio de energía solar fotovoltaica es un tema que ya está desarrollado y comprobada su aplicación y funcionamiento, lo que se presenta es la aplicación de este tipo de energía en una situación particular, que consiste en llevar energía solar fotovoltaica al caserío de El Verdugo, municipio de Reitoca Francisco Morazán.

Se utiliza un enfoque mixto; los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implica la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (Hernandez, Fernández, & Baptista, 2010)

En la presente investigación se realizaron diversas actividades, tanto de análisis cuantitativos como cualitativos, estas actividades son las siguientes:

Cualitativas

- Entrevista con el alcalde del municipio de Reitoca Sr. Manuel Meza con el objetivo de explicar en qué consiste el proyecto, el apoyo que se necesita que brinde la alcaldía para llevarlo a cabo, así como información general del municipio y sus habitantes.
- Entrevistas y aplicación de cuestionarios a las familias de la comunidad para identificar las condiciones de vida, así como sus necesidades principales.

Cuantitativas

- Desglose del presupuesto asignado de acuerdo a las actividades del proyecto.
- Definición de la cantidad de sistemas de electrificación solar que es posible comprar con el presupuesto asignado.

- Definición de la capacidad en watts de cada sistema, de acuerdo al estándar pretendido para cada casa.
- Levantamiento de la situación actual de la comunidad, lo cual incluye cantidad de habitantes, ingreso promedio por familia, rango de edades, genero, promedio de habitantes por familia.
- Análisis financiero para reflejar el ahorro de las familias beneficiarias por el uso de la energía solar.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a que no existe la manipulación intencional de ninguna de las variables de investigación, el estudio es catalogado como Diseño No Experimental, esto se debe a que se busca simplemente analizar el fenómeno desde su contexto natural para recoger información referente a la situación económica, social y demográfica del caserío de El Verdugo, necesarios para la implementación de un proyecto de servicio fotovoltaico; y exponer las causa, efectos y soluciones enfocadas al tema de investigación. (Hernandez, Fernández, & Baptista, 2010)

La recolección de datos se da en un solo momento, en un único tiempo. Posteriormente se describen las consideraciones relacionadas con las limitantes existentes para ofrecer el servicio de energía eléctrica en la aldea, para luego estudiarlas y detallar las repercusiones ligadas al problema de la investigación, por tanto, el diseño es de tipo transversal. (Hernandez, Fernández, & Baptista, 2010)

Las preguntas de investigación relacionan las variables de estudio teniendo incidencia directa en las causas y efectos del tema de investigación. (Hernández, 2010).

3.2.1 TIPO DE ESTUDIO

La investigación planteada para la ejecución del proyecto fotovoltaico es un estudio de carácter explicativo porque, además de enumerar las distintas variables en análisis, al final relaciona estas variables específicamente con la problemática, justificación y viabilidad para realizar el proyecto.

En el estudio se describen cada uno de los elementos implícitos que están directamente relacionados con la problemática de investigación, y al final se centran dichos elementos en el mismo contexto del tema de estudio para alcanzar los objetivos planteados.

El análisis tiene escaso material exploratorio por la novedad del estudio, pero si tiene tendencias de carácter descriptivo y co-relacional, donde se detallan las variables de forma particular, para después relacionar estas mismas con el problema de investigación. El estudio llega a explicar con mayor profundidad los orígenes y consecuencias del fenómeno, por lo que, en general se clasifica como un estudio explicativo. (Sampieri, 2007).

3.2.2 ETAPAS DE DESARROLLO

I Etapa:

- Se definió el alcance de la investigación y del proyecto, de forma coordinada con los asesores metodológicos y temáticos de la Facultad de Post Grado y el Centro de Energías Renovables y Sostenibilidad (CERS), adscrito a dicha facultad.
- Se estableció un grupo de contactos integrado por representantes de la Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), Asociación de Municipios de Honduras (AMHON), PNUD-UPE, Banco Centroamericano de Integración Económica, SOLARIS, SOLUZ, además de ambos asesores, los cuales fueron consultados en las distintas etapas del proyecto, dependiendo del área de interés.
- Para la formulación del proyecto “La energía solar contribuyendo al desarrollo del caserío El Verdugo de Azacualpa, municipio de Reitoca”, se utilizaron los datos contenidos en el Informe sobre Desarrollo Humano 2008/2009 “De la exclusión social a la ciudadanía juvenil”.

En base a dicho informe se determinaron los municipios del departamento de Francisco Morazán que serían elegibles para la aplicación de un proyecto de energía solar, basados en tres condicionantes:

- Los índices de pobreza humana debían ser altos, y los índices de desarrollo humano bajos,

- Debía encontrarse aislada por factores de distancia y difícil acceso, y
- El gobierno de Honduras, a través de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) y/o la alcaldía municipal no tendría contemplado beneficiar al municipio con proyectos de generación y/o acceso a energía.

El municipio de Reitoca, ubicado al sur de Francisco Morazán, integrado por 10 aldeas resulto electo para la aplicación de dicho proyecto, y a partir de ello:

II Etapa:

- Se estableció comunicación con el alcalde municipal, a través de la Asociación de Municipios de Honduras (AMHON), simultáneamente
- Se construyó el marco teórico de la investigación a partir de la recolección y análisis, a través de diversas fuentes y el grupo de contactos, de información relacionada con la energía eléctrica, el desarrollo, la energía renovable, el cambio climático y la situación actual de generación y transmisión de energía eléctrica en el país, teniendo en consideración la relación entre cada uno de los temas y dándoles a los mismos un orden lógico que se apegara a los objetivos de la investigación. A continuación:
- Se llevo a cabo una gira inicial, coordinada con la Facultad de Post Grado de UNITEC, con el fin de socializar con el alcalde municipal, Don Manuel Meza, el alcance del proyecto de generación de energía a través de paneles solares, y para conocer de primera mano las necesidades reales del municipio en materia energética. De esta gira resultó la elección del caserío de El Verdugo, aldea de Azacualpa, al constituir el único lugar de la aldea en donde los pobladores no tenían acceso a servicios de energía eléctrica. Seguidamente,
- Se definió el contacto en el caserío, a través del jefe de Catastro Municipal Don Carlos Zelaya, quien facilitó a su vez, información preliminar sobre el estado del municipio y el caserío. Después de ello:

III Etapa:

- Se elaboró un cuestionario a fin recoger la información necesaria para el inicio del proyecto de energía solar. La información requerida era el:

- Número de habitantes.
- Número de casas sin acceso a servicios de energía eléctrica.
- Número de habitantes por casa
- Número de escuelas
- Matricula escolar para 2012
- Número de centros de salud, (sésamos y césares)
- Asistencia a los centros de salud
- Ingresos mensuales
- Fuentes de ingreso
- Gasto mensual en alumbrado.
- Fuentes de alumbrado y
- Usos de la energía solar a través de paneles solares. Seguidamente:
- Se llevó a cabo una segunda gira, esta vez al caserío, coordinada con el presidente patronal de El Verdugo y la facultad de Post Grado de UNITEC a fin aplicar los cuestionarios a los habitantes, y conocer de primera mano el panorama específico del lugar. Posteriormente:

IV Etapa:

- Se analizó el resultado de la información recolectada, quedando delimitado número de casas y escuelas sin acceso a energía eléctrica. Inmediatamente
- Se realizaron las cotizaciones de paneles solares para la generación de energía en las empresas Sistemas Solares de Honduras S. A de C. V. (SOLARIS) y SOLUZ Honduras S.A de C.V. Finalmente habiendo electo la mejor cotización basada en los criterios técnicos que cubrieran las necesidades en cada aldea:

V Etapa:

- Se realizó la propuesta de proyecto de electrificación a través de energía solar generada con tecnología fotovoltaica (paneles fotovoltaicos) para el caserío de El Verdugo de Azacualpa, municipio de Reitoca, sur de Francisco Morazán.

3.2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población está definida por el total de número de casas sin acceso a energía eléctrica en el caserío, determinados por los datos poblacionales proveídos por el presidente patronal a través censos.

No. de casas sin acceso a energía eléctrica: **30 viviendas**

Según (Neupert, 1997), una muestra cuyas unidades representen el 10% de las unidades de la población es adecuada. De esa forma, el tamaño de la muestra es de:

3 viviendas

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las técnicas utilizadas para la investigación fueron (Neupert, 1997):

- Teorías acerca del problema de investigación.
- Investigaciones Empíricas acerca del problema
- Datos estadísticos referidos al problema
- Conversaciones con personas que estén en contacto con el problema
- Entrevistas informales con personas que estén en contacto con el problema, integrados en el grupo de contactos.

El instrumento utilizado fue el cuestionario, este consiste en un conjunto de preguntas diseñadas para generar los datos necesarios para alcanzar los objetivos del proyecto de investigación, se trata de un plan formal para recabar información de la unidad de análisis objeto de estudio y centro del problema de investigación. El cuestionario permite estandarizar y uniformar el proceso de recopilación de datos. (Bernal, 2006).

3.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información para la investigación, fueron tanto primarias como secundarias.

Las fuentes primarias fueron libros de texto, en su mayoría sobre metodología y técnicas de investigación, además de otros relacionados con la temática de energía solar.

Algunas publicaciones de organismos internacionales, como el Banco Mundial y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), sirvieron para orientar desde una perspectiva objetiva la realidad en cuanto a generación, transmisión y acceso a energía en el país, en la región centroamericana y en el mundo. Los buscadores académicos en internet, fuentes primarias también, ayudaron al entendimiento de ciertos términos técnicos propios de personas o entidades expertas en la temática, pero cruciales en el proceso de investigación llevado a cabo. Por último, se utilizaron informes estadísticos con datos demográficos y poblacionales elaborados por instituciones gubernamentales que dieron el sustento a planteamientos de la investigación. (Sampieri, 2007)

En cuanto a fuentes secundarias, se hizo uso, a través de la biblioteca del CRAI, de otras tesis presentadas a la Facultad de Postgrado de UNITEC relacionadas con el empleo de paneles fotovoltaicos y uso de energía solar. Los artículos de prensa sirvieron como base histórica, que después debió ser aseverada, de la realidad energética en el país. Por último, boletines de información e internet formaron parte de las fuentes secundarias en el desarrollo de la investigación.

CAPITULO IV RESULTADOS Y ANALISIS

El municipio de Reitoca, ubicado en el Sur de Francisco Morazán colinda al norte con los municipios de Lepaterique y Ojojona, al sur con los municipios de Alubarén y San José de Choluteca, al este con los municipios de Ojojona, La Venta y Sabanagrande, y al oeste, con los municipios de Alubarén y Curaren.



Figura 2: Mapa Reitoca

Fuente: SNIT

De acuerdo al Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), la extensión del municipio es de 196.96 Km², divididos en 10 aldeas y 123 caseríos, con una población de 15, 725 habitantes (INE). El Municipio se encuentra a dos horas de la ciudad capital de Tegucigalpa, sin embargo, a pesar de la cercanía las condiciones de vida de los pobladores de ambos lugares son desiguales. El Índice de Desarrollo Humano del municipio de Reitoca es de 0.58, mientras que el índice de Pobreza Humana es de 33.0 diferente al 0.794 y 7.2 respectivamente del Distrito Central, ubicado a menos de 200 kilómetros de distancia. (PNUD Honduras, 2009).

Las dos horas de recorrido (en carro) sobre camino de tierra, que hay desde la carretera pavimentada hasta el municipio evidencian lo aislado que este se encuentra, lo cual aunado a las condiciones climáticas, a la debilidad de la agricultura como principal actividad económica, y la falta de coordinación gubernamental para efectuar el desembolso del ocho por ciento del Presupuesto General de la República a las alcaldías (SDP, 2012), han incidido en el lento desarrollo del municipio, colocándolo en la categoría de prioritario al momento de ejecutar proyectos que incidan en el mejoramiento de la calidad de vida de sus pobladores, ya sea a través de la educación, salud, acceso a fuentes mejoradas de agua, seguridad alimentaria, y generación de energía renovable.

Al realizar una gira por el municipio y algunas de sus aldeas, las desigualdades imperantes a nivel de municipalidades son suplantadas por las desigualdades existentes entre las diferentes aldeas y caseríos, en donde se puede o no apreciar la infraestructura apropiada de centros escolares, centros de salud pública y centros de esparcimiento cultural, recreativo y ocupacional. La falta de acceso a servicios de energía eléctrica marca de manera más evidente las desigualdades entre estas.

Durante sus dos periodos de gobierno, el alcalde municipal ha logrado la electrificación de alrededor de ochenta por ciento del municipio, llevando el servicio a unas 1,800 familias. En un esfuerzo por contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores, se han invertido alrededor de Lps. 1, 200,000 en la generación de energía solar a través de paneles fotovoltaicos; sin embargo la demanda energética no logra ser cubierta. En las aldeas de San Carlos, Sabaneta y el caserío de El Verdugo de Azacualpa, alrededor de 300 familias carecen de acceso a servicios de energía eléctrica.

Tomando en consideración, que otros proyectos de generación de energía solar están siendo formulados para las otras aldeas anteriormente mencionadas, es el caserío de El Verdugo, el único en la aldea de Azacualpa que no tiene acceso a servicios de energía eléctrica. Por ello, y con el fin de obtener datos que sirvieran de insumos para la propuesta de un proyecto energético, se llevo a cabo la aplicación de un cuestionario, cuyos resultados se muestran a continuación.

El censo municipal indica que el caserío cuenta con un total de 224 habitantes, de los cuales 127 son mujeres, y 97 son hombres, representados de la siguiente forma (Zelaya, 2012):

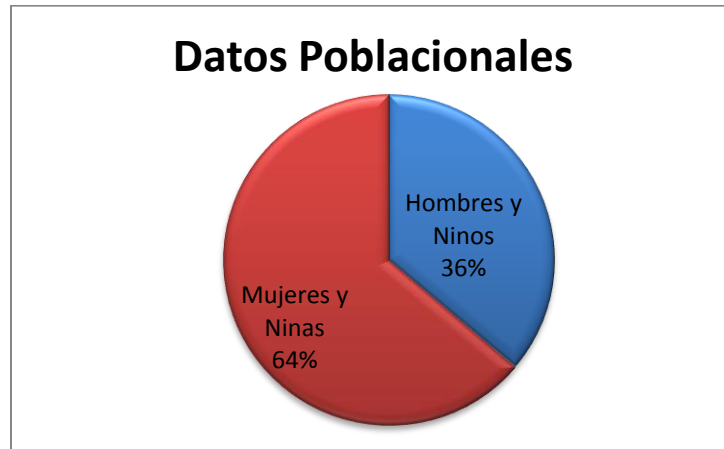


Figura 3: Datos Poblacionales

La densidad habitacional es de 8 personas por vivienda, las cuales a su vez, constan de 3 habitaciones incluyendo, una pequeña cocina, y están hechas en su mayoría con materiales tales como barro, arcilla, madera y paja.

Las actividades económicas del caserío son la producción de granos básicos (maíz, frijol y maicillo) y la agricultura de subsistencia. La figura 4 ilustra las proporciones por familia.



Figura 4: Actividad Económica

Para una familia productora de granos básicos en dicho caserío, el ingreso mensual oscila entre los lps. 600 y lps. 2000, dependiendo de factores como:

- La cosecha; la venta de frijol tiene más valor que la de maíz,
- La propiedad del terreno de la producción,
- El volumen de producción, y
- El porcentaje de la producción destinado al consumo.

El gasto mensual de una familia únicamente por factores energéticos (iluminación y usos domésticos) oscila entre lps. 60, pudiendo alcanzar hasta lps. 840, dependiendo de las fuentes de energía que se utilicen. La tabla 4 resume las fuentes de energía que actualmente usan los pobladores del caserío, además del gasto mensual por el uso de las mismas.

Tabla 4: Gasto Mensual en Energía (Lps)	
Ocote (rajita)	60
Ocote (carga)	120
Leña (carga)	300
Motor eléctrico	840 *incluye gasolina y aceite

Al preguntársele a los pobladores sobre el uso que le darían a la energía producida a través de los paneles fotovoltaicos, más del sesenta por ciento (60%) afirmó que destinaría la electricidad producida para hacer uso de aparatos eléctricos, mismos que según cifras del INE, en el área rural son una radio grabadora o un equipo de sonido, y en menor probabilidad, un televisor o computadora. La figura 5 ilustra los usos que los pobladores del caserío de El Verdugo darían a la electricidad producida a través de los paneles fotovoltaicos.

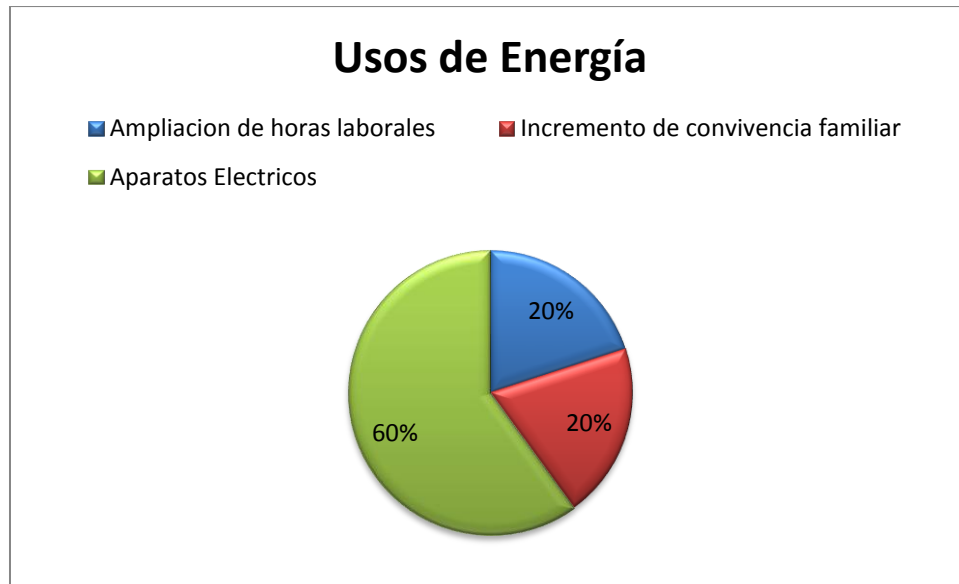


Figura 5: Usos de Energía

Tomando en consideración esos usos, la demanda de energía eléctrica por familia es:

Tabla 5: Demanda de energía por familia		
Radiograbadora	Cargador de Celular	Focos/ Lamparas
AC: 110-120 V	AC: 110-240 V	AC:120 V
20 W	0.2 A	10W
50/60 Hz	50/60 Hz	60 Hz

A través de la instalación de focos o lámparas para la iluminación se fomenta la convivencia familiar y se amplían las horas laborales, que pasan de ser únicamente por aprovechamiento de luz solar a la suma de estas con las horas de iluminación través de energía eléctrica.

En El Verdugo, hay también una escuela y un centro de educación preescolar, con una matrícula de 30 y 15 alumnos respectivamente. De la población total de caserío, alrededor del 40% representa el número de niños en edad escolar, tal como lo muestra la figura 6.



Figura 6: Edades de los menores

La escuela funciona con metodología unidocente aplicando técnicas multigrado (Henriquez, 2012). Sin embargo la infraestructura carece también de servicios de energía eléctrica, inhibiendo a los niños del caserío a tener un mayor aprendizaje a través de la transferencia tecnológica, y el mejoramiento de sus capacidades para enfrentarse a los retos que la sociedad les impone.

Los centros escolares necesitan televisores y computadoras, que sirvan como recursos de aprendizaje interactivo, constituyendo una alternativa para apalear el déficit de conocimiento que resulta de la aplicación de la metodología unidocente y técnicas multigrados. La demanda de energía eléctrica de los centros de educación es:

Tabla 6: Demanda energética de aparatos eléctricos			
Computadora	Equipo de Sonido	Televisor	Focos/ Lamparas
AC: 100-240 V	AC: 120/220 V	AC: 100-240 V	AC:120 V
1A	150 W	1.2 A	10W
50/60 Hz	50/60 Hz	50-60 Hz	60 Hz

Se incluye el uso de un equipo de sonido y de lámparas, porque las escuelas tienen la infraestructura adecuada para llevar a cabo celebraciones y reuniones de los pobladores, juntas patronales y demás, aportando a la convivencia familiar y patronal.

Por último el caserío, a través de sus representantes patronales reconocen la necesidad de alumbrado público, que sirva para como factor contribuyente a la seguridad nocturna. La demanda de energía eléctrica por alumbrado público es de:

Tabla 7 : Luminarias
LED
28 W

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El caserío de El Verdugo de Azacualpa, conformado por 30 familias reúne las condiciones de alta incidencia de pobreza y bajos niveles de desarrollo humano, además de encontrarse aislada por factores de distancia y difícil acceso que lo limitan para optar a ser beneficiario de los proyectos de electrificación que la municipalidad ha emprendido en diferentes aldeas, incluida Azacualpa, a la que el caserío pertenece y de la cual es el único caserío que carece de servicios de energía eléctrica.

A pesar de contar con la infraestructura educativa, estos carecen de docentes con técnicas académicas que den a los niños del caserío una oportunidad para sobresalir en un ámbito fuera de las condiciones en las que están acostumbrados a vivir, limitándolos en su desarrollo personal y profesional.

La pobreza prevaleciente en el caserío está ligada a la pobreza por género, habiendo más mujeres y niñas afectadas por el bajo nivel de desarrollo y la pobreza; solamente un 36% de la población del caserío está conformada por hombres y niños, quienes fungen como jefes de familias.

Con el 67% de su población dedicada a la agricultura de subsistencia, la falta de acceso a servicios de electricidad se vuelve causa y efecto de la pobreza prevaleciente. Causa pobreza porque el caserío no es atractivo para la inversión, que a su vez se encuentra condicionada por factores climatológicos y geográficos; y efecto porque debido a la pobreza y los bajos ingresos, los pobladores no tienen la capacidad de asumir la responsabilidad económica que generaría el contar con acceso a servicios de electricidad pública.

A pesar de ello, la necesidad por contar con dicho servicio se hace visible con los usos que los pobladores del caserío planean darle a la electricidad producida a través de paneles solares. El 60% de la población afirmó que la electricidad es necesaria para el uso de aparatos eléctricos de bajo consumo. La demanda de energía por familia oscila los 100 Watts, mismos que podrían ser suplidos por un panel fotovoltaico con esa

misma capacidad, tomando en consideración que el uso de estos aparatos eléctricos de uso doméstico no se hará de forma simultánea, ni por un periodo de tiempo prolongado.

Las familias del caserío podrían percibir mayores ingresos al ampliar sus horas laborales, además el uso de paneles solares reduce las complicaciones de salud causadas por la quema de leña y ocote, en un lugar donde no existe infraestructura para un centro de salud, y en donde el centro de asistencia más cercano se encuentra a 3 horas, en el municipio de Ojojona (Zelaya 2012).

Por último, el mejoramiento en la calidad de vida de los pobladores de El Verdugo se ve afectado positivamente por la posibilidad de ampliar la convivencia entre ellos, fomentando la comunicación de las diversas necesidades existentes, y teniendo el espacio, para que de forma conjunta se resuelvan cuestiones que les afecten como caserío.

Las 30 familias que conforman el caserío se verían beneficiadas con la generación de electricidad a partir de energía solar, bajo el principio de que la energía renovable ayuda a sanear necesidades humanas básicas como la comunicación y la educación. El acceso a la electricidad se convierte en un factor de desarrollo para sus habitantes.

5.2 RECOMENDACIONES

Tomando en consideración los resultados expuestos en el capítulo IV y las conclusiones mencionadas, se recomienda:

1. La puesta en marcha de un proyecto de energía solar en el caserío de El Verdugo, municipio de Reitoca, que incluya la compra e instalación de paneles fotovoltaicos que suplan la demanda de 100 w, de las 30 familias del caserío,
2. La compra e instalación de paneles fotovoltaicos para el centro de educación preescolar y primaria, que suplan la demanda del uso de televisores y computadoras,
3. La compra de equipo audiovisual (equipo de sonido, televisor de 32 pulgadas u un DVD) para la escuela primaria, que represente el uso de la energía eléctrica como factor de desarrollo a través de la transferencia tecnológica.

4. La compra e instalación de 5 computadoras para el centro de educación primaria, incluyendo licencias oficiales y paquetes académicos, además de videos y documentales académicos, que promuevan a educación interactiva, y el aprendizaje de técnicas sobre del manejo del suelo, producción y cosecha, y a su vez refuercen el trabajado presencial y optimicen el trabajo dirigido (asignaciones) de los docentes.
5. Una jornada de capacitación sobre uso adecuado de los paneles solares, el equipo audiovisual y las computadoras, dirigido a:
 - Los niños y niñas del centro escolar
 - Los lideres patronales
 - Los jefes de hogar
 - El cuerpo docente
6. La compra e instalación de 2 luminarias (postes de alumbrado público), que sirva para fomentar la convivencia entre los pobladores del caserío y contribuya a la seguridad nocturna del caserío.
7. Garantizar el compromiso de la alcaldía municipal, mediante un convenio, en el que este asuma la responsabilidad de contraparte del proyecto, dando mantenimiento a los paneles solares y el equipo audiovisual, y genere un programa adecuados de financiamiento a largo plazo, destinado a las familias del caserío, que les permita hacer frente a la responsabilidad económica que represente la compra de baterías de los sistemas FV, al término de su vida útil.

CAPITULO VI APLICABILIDAD

6.1 PROPUESTA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS EN EL CASERÍO DE EL VERDUGO

6.2 INTRODUCCIÓN

En el caserío de El Verdugo, ubicado en la aldea de Azacualpa, municipio de Reitoca, al sur de Francisco Morazán, se evidencia el subdesarrollo que caracteriza a las zonas rurales y aisladas del país. Con una población de 224 habitantes que carecen de acceso a servicios de energía eléctrica, el caserío es el único en dicha aldea adonde no se proyecta la electrificación a corto o mediano plazo, debiéndose en parte a la falta de recursos financieros de la municipalidad, a los bajos ingresos de los pobladores, y a la dificultad de acceso al caserío, caracterizado por pendientes y caminos de tierra en las laderas de las montañas que lo rodean.

Los efectos de estas condicionantes son entre otros, el hacinamiento de los pobladores (8 personas por vivienda de 3 habitaciones, incluyendo cocina), y la carencia de servicios de salud, e infraestructura apropiada de centros escolares, culturales, recreativos y ocupacionales.

Con el objetivo de contribuir al desarrollo del caserío, la presente propuesta de proyecto contempla la instalación de sistemas fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica, para las 30 viviendas que conforman el caserío, así como para la escuela primaria y pre escolar que funcionan a su vez como centros de esparcimiento para los pobladores, y que por tal razón, además de los sistemas fotovoltaicos, se contempla la compra e instalación de computadoras y equipo audiovisual.

Divididas en los cinco grupos de procesos conforme a la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK), las actividades que el desarrollo del proyecto contempla, deberán ser llevadas a cabo como se describen a continuación para el cumplimiento del mismo, empoderando a las familias de la comunidad y contribuyendo a su desarrollo.

6.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

6.3.1 ETAPAS DEL PROYECTO

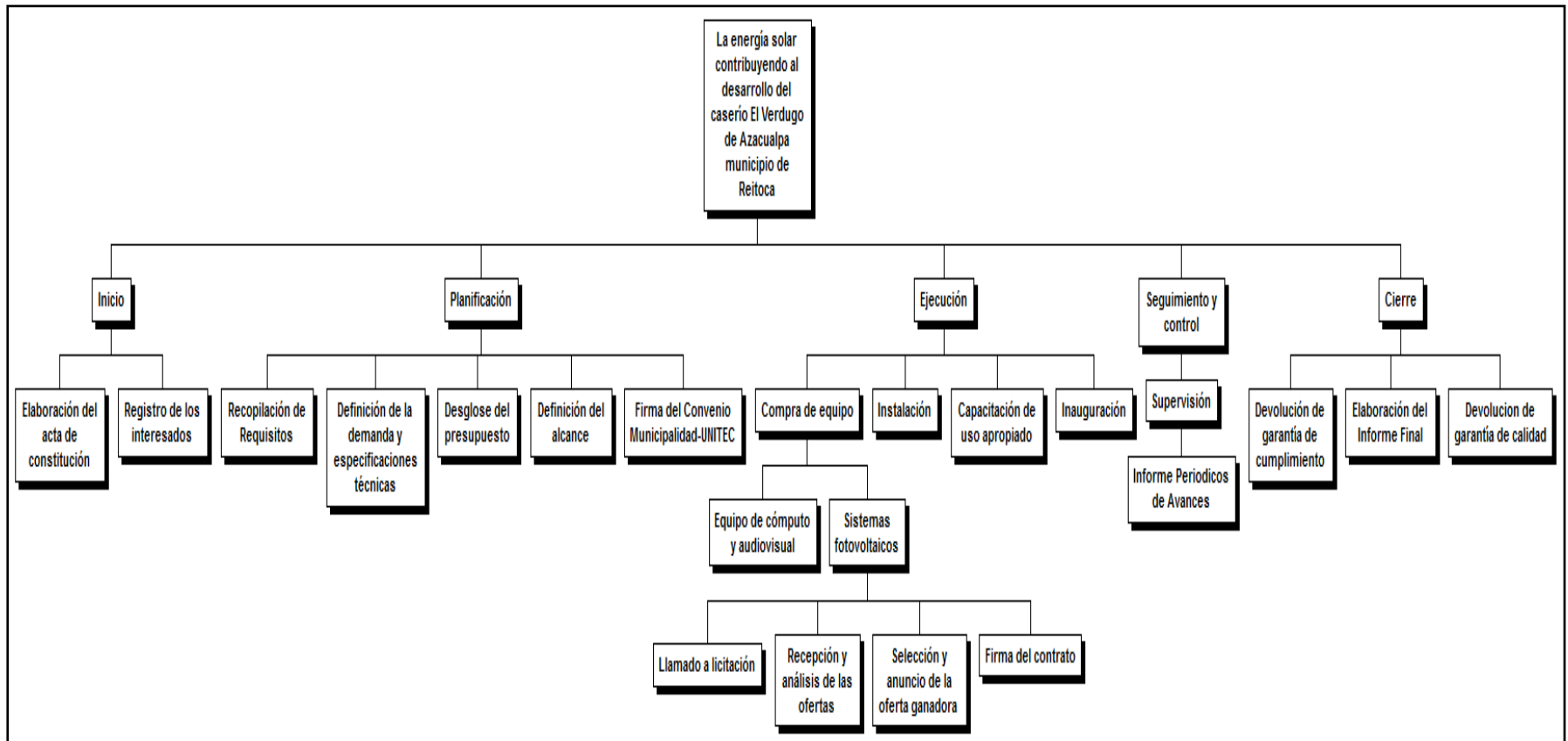


Figura 7: Grupos de procesos

6.3.2 DESGLOSE DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

I Inicio:

– Elaboración del Acta de constitución.

El Acta está condicionada a la firma de un acuerdo de financiamiento entre un organismo internacional y UNITEC para la aprobación del desembolso de fondos para la ejecución del proyecto.

– Registro de Interesados:

1. Universidad Tecnológica Centroamericana - Centro de Energía Renovable y Sostenibilidad (UNITEC-CERS)

Rol:

- Funge como enlace con el organismo donante, administrando los fondos para la implementación del proyecto en todas sus etapas.
- Se informa de forma periódica, después del cierre del proyecto, del impacto del mismo sobre la comunidad.
- Tiene la facultad de realizar modificaciones durante la ejecución del proyecto, en coordinación con el organismo donante.
- Socializa el proyecto en la comunidad.

2. Organismo Donante

Rol:

- Provee los recursos financieros para el desarrollo del proyecto, además de aprobar cambios del mismo.
- Tiene la facultad de realizar modificaciones durante la ejecución del proyecto, en coordinación con UNITEC-CERS.
- Recibe de UNITEC-CERS un informe final al cierre del proyecto en el que se ilustran sus resultados.

3. Municipalidad de Reitoca

Rol:

- Orienta a la unidad ejecutora en cuanto a la carencia del servicio de energía eléctrica en el municipio.
- Es el enlace oficial entre el caserío y UNITEC-CERS.
- Brinda informes periódicos durante la ejecución del proyecto, e informes sobre el impacto del proyecto en la comunidad después del cierre del mismo.

4. Patronato del caserío de El Verdugo

Rol:

- Encargado de la aceptación del proyecto en el nombre de la comunidad.
- Mediador de las comunicaciones con los pobladores del lugar.

5. Proveedores

Rol:

- Participar en el proceso de licitación.
- Ofrecer productos que cumplan con las especificaciones técnicas y la demanda del contratista.
- Cumplir en tiempo y forma con los términos del contrato.

II Planificación:

– Definición del Alcance.

El proyecto consiste en el suministro de energía eléctrica a 30 familias del caserío de El Verdugo de Azacualpa, municipio de Reitoca, Francisco Morazán mediante la instalación de sistemas fotovoltaicos, que suplan las necesidades básicas de electricidad de las familias, además de la demanda de los centros de educación pública y las luminarias, con un presupuesto asignado de \$ 76,000 a desarrollarse durante el segundo semestre del año 2012.

– Recopilación de Requisitos.

Tabla 8: Recopilación de requisitos de los interesados del proyecto

Interesado	Requisito		Prioridad
UNITEC	1	El proyecto debe estar alineado con los objetivos de CERS	Media
	2	Los fondos deben ser usados para la compra de paneles solares, así como para procesos de capacitación, investigación y transferencia de tecnología.	Alta
	3	La ejecución del proyecto no deberá sobrepasar un semestre en su duración.	Media
	4	El proceso de compra de los paneles solares deberá ser el mismo que utiliza UNITEC.	Media
	5	El proyecto debe ser desarrollado por estudiantes de UNITEC-CERS.	Alta
	6	UNITEC y El Centro de Energía Renovable y Sostenibilidad deben administrar los fondos.	Alta
Proveedores	1	El proceso de licitación debe ser transparente y participativo.	Alta
	2	Los pagos deberán hacerse en los plazos establecidos al momento de la firma del contrato	Media
	3	Las especificaciones técnicas del producto deberán estar delimitadas de forma precisa al momento del llamado a licitar.	Alta
	4	La unidad ejecutara deberá definir el canal oficial de comunicación entre las partes y apegarse al mismo.	Media
Organismo Donante	1	Utilizar los fondos en un proyecto de generación de energía renovable que contribuya a mejorar el nivel de vida de las personas.	Alta
	2	El proyecto debe llevarse a cabo en comunidades pobres y necesitadas.	Alta
	3	Desarrollar el proyecto en el tiempo estipulado.	Media
	4	No sobrepasar el presupuesto asignado	Alta
	5	El proyecto debe ser desarrollado por estudiantes de UNITEC-CERS.	Media
	6	Utilizar materiales y equipo que cumplan con los estándares internacionales de calidad.	Alta
	7	Dar seguimiento al proyecto después de ser desarrollado.	Media
Patronato	1	Llegar a la totalidad de familias sin acceso a energía eléctrica	Alta

	2	Incluir alumbrado publico	Baja
	3	Incluir escuela	Alta
	4	No debe de existir contraparte económica de las familias.	Alta
	5	La unidad ejecutora estará a cargo de la socialización del proyecto.	Alta
	6	La unidad ejecutora estará cargo de la capacitación de uso apropiado de los sistemas fotovoltaicos.	Alta
Municipalidad	1	Beneficiar a la mayoría de las familias necesitadas	Media
	2	Al definir el alcance el proyecto debe realizarse en su totalidad	Alta
	3	Que se realice en el tiempo estimado	Media
	4	Que el proyecto supla la demanda energética promedio para cada vivienda	Media
	5	La unidad ejecutora debe definir las responsabilidades de la municipalidad en la ejecución del proyecto	Alta
	6	La unidad ejecutora estará a cargo de la socialización del proyecto	Alta

– Definición de la demanda y especificaciones técnicas.

En el caserío de El Verdugo, municipio de Reitoca hay 30 viviendas sin acceso al servicio de energía eléctrica y en base a las investigaciones realizadas se concluye que las principales necesidades y demandas de las familias son:

- Iluminación,
- Uso de aparatos eléctricos de bajo consumo (radiograbadora y televisión), y
- Dispositivos que permitan recargar aparatos de bajo consumo energético.

En base a las demandas anteriormente mencionadas y habiendo realizado la conversión a watts se determinó que un panel fotovoltaico con una capacidad de 100 watts acompañado de dos baterías de 6 voltios suplirían la demanda eléctrica para el funcionamiento de cinco lámparas de alumbrado domestico por un periodo de cuatro

horas diarias. Además de dos a tres horas de uso de televisión, cuatro horas de uso de radiograbadora, más un tomacorriente para recargar celulares (Ver Anexo 1.1).

Se identificaron otras necesidades, como la carencia de alumbrado público en lugares de esparcimiento cultural y convivencia comunitaria. Por lo que se contempla la instalación de dos luminarias de TIPO LED, de 100 watts, para un periodo de seis horas diarias de alumbrado. (Ver Anexo 1.2).

Se tiene contemplado la dotación de un sistema especial para los centros educativos ya que el proyecto pretende proveer un equipo de cómputo (cinco computadoras) y un equipo audiovisual, por medio del cual se facilite la transferencia de tecnología a los estudiantes. Para suplir la necesidad de este sistema es necesaria la instalación de cinco paneles de 200 watts que permitan el funcionamiento del equipo de cómputo por un periodo de dos a tres horas diarias y un panel de 205 watts para el funcionamiento del equipo audiovisual (televisor 32 pulgadas y equipo de sonido) e iluminación (Ver Anexo 1.3 y 1.4).

– Desglose del presupuesto

En base a cotizaciones realizadas en empresas que se dedican a la venta e instalación de este tipo de sistemas fotovoltaicos se realizó una estimación del costo que generaría cumplir con la demanda estipulada para el proyecto, incluyendo otros gastos necesarios en la formalización del proyecto, generando un valor cercano a los \$ 76,000. o su equivalente en lempiras 1,500,000. (Ver Tabla 10).

III Ejecución:

– Compra de los sistemas fotovoltaicos.

Siguiendo los datos de la demanda y las especificaciones técnicas definidas para los productos se debe realizar la licitación a través de las siguientes fases:

- Llamado a licitación.
- Recepción y análisis de las ofertas.
- Selección y anuncio de las ofertas ganadoras.
- Firma del contrato con la empresa adjudicada.

– Compra del equipo de cómputo y audiovisual.

De acuerdo a las exigencias planteadas para abastecer al centro de educación con tecnología se deber efectuar la compra del equipo de computo y audiovisual.

– Instalación del equipo en general.

- Sistemas fotovoltaicos para las viviendas y centros educativos.
- Luminarias para lugares públicos
- Equipo de computo y audiovisual para el centro de educación primaria.

– Capacitación de uso del equipo.

Con el objetivo de garantizar el uso apropiado de los paneles fotovoltaicos y demás equipo suministrado para los diferentes sectores de la aldea, se orientará de forma detallada a las personas para que usen adecuadamente el equipo, y además conozcan el mantenimiento y cuidados necesario que estos requieren para su correcto funcionamiento a lo largo de su vida útil.

– Inauguración del Proyecto.

Realización de los actos de inauguración del proyecto con las autoridades encargadas de patrocinar y administrar el mismo, las autoridades y habitantes de la aldea, además, de otros invitados, con la intensión de darle la importancia que representa la culminación de un proyecto de esta magnitud.

IV Seguimiento y Control:

- Supervisión y análisis del cumplimiento del cronograma y presupuesto, además del impacto que ha generado en la comunidad la realización del proyecto.
- Elaboración de informes de forma periódica con la información resultada en la supervisión y análisis del proyecto, para notificar a UNITEC y el organismo donante, el impacto generado por el proyecto en dicho caserío.

V Cierre:

Procesos realizados para finalizar todas las actividades de todos los grupos de procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto. Consiste en:

- Devolución de las respectivas garantías.
- Elaboración del informe final del proyecto terminado.

6.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 9: Cronograma de Actividades

	Actividad	Predecesora	Responsable	Tiempo (día)
Referencia	Inicio			
1	Elaboración del acta de constitución		Unidad Ejecutora	1
2	Registro de interesados	1		1
	Planificación			
3	Recopilación de requisitos	2	Unidad Ejecutora	5
4	Definición de la demanda y especificaciones técnicas	3		21
5	Desglose del presupuesto	4		5
6	Definición del alcance	5		1
7	Firma del convenio Municipalidad-UNITEC	6		1
	Ejecución			
	Compra de sistemas fotovoltaicos		Unidad Ejecutora	65
8	<i>Llamado a licitación</i>	7		10
9	<i>Recepción y análisis de las ofertas</i>	8		45
10	<i>Selección y anuncio de la oferta ganadora</i>	9		5
11	<i>Firma del contrato</i>	10		5
12	Compra de equipo de cómputo y audiovisual	11		2
13	Instalación de equipo	12	Proveedor	3
14	Capacitación de uso apropiado	13	Unidad Ejecutora	1
15	Inauguración	14		1
	Seguimiento y control			
16	Supervisión y análisis	13	Unidad Ejecutora	1
17	Informes periódicos de avance	16		1
	Cierre			
18	Cierre contable	15,17	Unidad Ejecutora	20
19	Devolución de garantía cumplimiento de contrato	13		1
20	Elaboración de informe final	18,19		7
21	Devolución de garantía de calidad	20		
Duración del proyecto				134

6.5 PRESUPUESTO

Tabla 9: Desglose Compra de Equipo			
Descripción	Cantidad	Precio	Total
Casas	30	L. 25,312.00	L. 759,360.00
Escuelas iluminación	1	L. 35,000.00	L. 35,000.00
Escuelas capacidad computadora	5	L. 34,720.00	L. 173,600.00
Pre escolar	1	L. 25,312.00	L. 25,312.00
Alumbrado publico	2	L. 29,500.00	L. 59,000.00
Televisor 32 pul	1	L. 13,000.00	L. 13,000.00
Computadora y licencias	5	L. 15,000.00	L. 75,000.00
			L. 1,140,272.00
			\$59,296.52

Tabla 10: Desglose del presupuesto		
Actividad	Monto	Porcentaje del presupuesto
Compra de equipo	L. 1,140,272.00	78.62%
Pago a Unidad Ejecutora	L. 190,000.00	13.10%
Capacitación en uso de los sistemas	L. 40,000.00	2.76%
Inauguración	L. 70,000.00	4.83%
Gastos por transporte	L. 10,000.00	0.69%
Gastos del proceso de licitación	L. 20,000.00	1.38%
	L. 1,450,272.00	100.00%
Total	\$ 75,417.16	

6.6 ANÁLISIS FINANCIERO

En la primera fase del análisis financiero del proyecto se tomaron en cuenta, en una los factores de: consumo de energía, la tarifa de energía eléctrica, y el porcentaje del ajuste por combustible; Mismos que determinan el monto total a pagar, por servicios de energía eléctrica en las viviendas de El Verdugo de Azacualpa.

Usando datos históricos (ver tabla 11), y mediante la aplicación de la **ecuación 1**, la **ecuación 2** y la **ecuación 3**, se definió el valor total de la factura energética para las 30 viviendas del caserío (ver tabla 12), primeramente mensual y posteriormente anual.

$$C * T * V = G \quad (1)$$

Donde C: Consumo

T: Tarifa por consumo

V: Cantidad de Viviendas

G: Gasto por energía

$$G * P = A \quad (2)$$

Donde P: Porcentaje de ajuste de combustible

A: Total de Ajuste por combustible

$$G + A = N \quad (3)$$

Donde N: Valor Total de la factura energética para viviendas.

Tabla 11: Consumo Promedio Mensual por Vivienda			
Aparatos	Watts	Horas	Consumo mensual (KWh)
T.V.	140	3	12.6
Radiograbadora	30	5	4.5
Focos	50	4	6
Consumo Total			23.1

Tabla 12: Factura energética año base 2012 El Verdugo	
Cantidad de viviendas	30
Tarifa de energía eléctrica	L. 2.32
Consumo mensual por vivienda	23.1
Ajuste por combustible	31.60%
Costo de energía consumida anual	L. 19,293.12
Costo por ajuste de combustible	L. 6,096.63
Factura energética anual	L. 25,389.75

El resultado del valor anual de la factura energética sirvió como año base para el análisis que pretende el beneficio en valores monetarios, del uso de la energía solar, en comparación con el uso del servicio de energía eléctrica que pudiera proveer la ENEE para el caserío.

A partir de los promedios anuales del incremento en la tarifa por energía, y el porcentaje de ajuste por combustible (ver tabla 13 y 14), se proyectó su incremento para los próximos 30 años (ver tablas 15 y 16). Esas proyecciones se ven reflejadas en los flujos netos (ver tabla 18).

Tabla 13: Tarifa de energía eléctrica	
Fecha	Tarifa
Jul-11	L. 2.44
Oct-11	L. 2.37
Jan-12	L. 2.15
Promedio	L. 2.32

Tabla 14: Ajuste por combustible		
Fecha	%	% de incremento anual
Jul-09	7.5	
Jan-10	6	
Jul-10	9	1.5
Jan-11	12	
Jul-11	20.26	11.26
Jan-12	31.6	11.34
Incremento promedio anual		8.03

Tabla 15: Proyección del incremento por ajuste de combustible				
Año 1	Año 2	Año 3	...	Año 34
31.60%	39.63%	47.67%		264.4%

Tabla 16: Proyección de la factura energética caserío de El Verdugo				
Año 1	Año 2	...	Año 30	Año 34
L. 25,389.75	L. 26,938.98		L. 70,317.63	L. 76,514.58

Tabla 18: Flujos netos proyecto de energía eléctrica caserío de El Verdugo						
	Año 0	Año 1	Año 2	...	Año 30	Año 34
Inversión	L. -759,360.00					
Factura energética		L. 25,389.75	L. 26,938.98		L. 70,317.63	L. 76,514.58
Inversión (reduccion del 30%)	L. -531,552.00					

Tomando en consideración la inversión inicial necesaria para la instalación de paneles solares, desglosada en la tabla 17, y tomando en cuenta una tasa de rendimiento esperado del 7% (este porcentaje representa la oferta de los bancos para depósitos a plazo fijo, en lempiras por el monto de la inversión, en un periodo de un año). Se define el valor presente neto (VPN) de Lps. -223,929.22, y una tasa interna de retorno (TIR) de

5%. Estos resultados indican que si el proyecto fuera concebido como inversión y no como cooperación al desarrollo, el desarrollo del proyecto no fuera factible.

Ante esa realidad se plantea un segundo escenario, en el que se contempla la reducción del valor de la inversión por sistemas FV, a causa del mejoramiento de las ofertas de los proveedores, durante el proceso de licitación. La reducción esperada es de hasta un 30%, por lo que la nueva inversión tendría un monto de Lps. 531,552. Se reformula el VPN, que pasa a ser positiva, con un valor de 3,878. Se redefine la TIR, que pasa a ser de 7.05%, denotando la recuperación, en 34 años, de la inversión inicial, convirtiendo el desarrollo del proyecto en factible y conveniente.

Tabla 17: Inversión realizada en viviendas	
Cantidad de viviendas	30
Costo del sistema	L. 25,312.00
Inversión total	L. 759,360.00

A pesar de estos dos escenarios, la inversión para los paneles solares no restará a los ingresos de los pobladores del caserío, contrario al pago por el servicio a energía eléctrica a la ENEE, que restaría más los bajos ingresos de los habitantes del caserío de El Verdugo. La extensión de la red eléctrica puede incluir un gasto inicial mayor, más los pagos mensuales de consumo de electricidad, los cuales, como lo reflejan las proyecciones, aumentarían con el paso del tiempo; sin embargo un sistema FV, incluye un gasto inicial mayor más otros costos menores por mantenimiento del equipo, seguido de muchos años de electricidad “gratuita” a partir de la luz solar. Los sistemas FV son simples, probados en campo y viables económicamente para algunas aplicaciones remotas, y sobre todo, para comunidades rurales que carecen del servicio y de posibilidades de contar con un servicio público de energía eléctrica en un futuro próximo.

La aplicación de este proyecto es factible tomando en consideración su propósito de mejorar la calidad de vida y de convertirse en un factor de desarrollo para los habitantes de El Verdugo de Azacualpa.

BIBLIOGRAFÍA

1. AHPPER. (2010). Energía Renovable Impulsando el Desarrollo Sostenible. *Licitación de 250 MW de la ENEE*, (pág. 14). Tegucigalpa .
2. Aldana, C. (6 de 2 de 2012). Cooperacion Internacional en Proyectos de Generacion de Energias Renovables. (M. Mejia, Entrevistador)
3. Banco Mundial. (2007). *Temas y Opciones del Sector Energía, Honduras*.
4. Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación* . Mexico: Pearson.
5. BMZ. (2012). *Programa Energías Renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica*. (GIZ). Recuperado el 14 de 2 de 2012, de www.energias4e.com
6. BUN-CA. (2002). *Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica*. San José.
7. CEPAL. (2010). *Energía y desarrollo sustentable: Las principales líneas de acción de CEPAL*. CEPAL.
8. CEPAL. (2010). *La economía del cambio climatico*. Mexico: FOC S.A. de C.V.
9. Cunningham, R. E. (2003). La energía, historia de sus fuentes y transformación. *Pretoctenia* , 52-58.
10. ENEE. (2011). *Empresa Nacional de Energía Eléctrica*. Recuperado el Enero de 2012, de <http://www.enee.hn/>
11. FAO. (1995). La biomasa en los países en desarrollo: Potencialidades y restricciones: Honduras. En FAO, *Memoria: Reunion regional sobre generacion de electricidad a partir de biomasa* (pág. 6). Montevideo.
12. FERCCA. (27-28 de 3 de 2010). Declaracion de la Federacion de Energias Renovables en Centroamerica y El Caribe (FERCCA). pág. 2.
13. Gobierno de Honduras. (2010). *Honduras: Visión de País 2010 – 2038 y Plan de Nación 2010-2022*. Tegucigalpa: La Gaceta.
14. Gómez, J. D. (2005). *Energías alternativas*. Madrid: Equipo Sirius.
15. Gonzales, E. R. (2006). *La Energía*.
16. Henrriquez, D. (22 de February de 2012). Educacion en el area rural. (M. Mejia, Entrevistador)
17. Hernández, R. (2010). *Diseño o Estrategia Metodológica*. Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras.
18. Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mc Graw Hill.

19. INE. (s.f.). *Instituto Nacional de Estadística de Honduras*. Recuperado el 2 de 3 de 2012, de www.ine.gob.hn
20. INE. (2011). *Instituto Nacional de Estadística de Honduras*. Recuperado el Enero de 2012, de <http://www.ine.gob.hn/drupal/>
21. Jódar, M. (1998). *Página urbano Ambiental*. Recuperado el Febrero de 2012, de <http://www.manueljodar.com/pua/pua4.htm>
22. Laínez, M. (2009). *Agenda Forestal Hondureña*. Recuperado el 23 de 1 de 2012, de agendaforestal.org/presentaciones_web.../rol_serna_cambio_c.pptx
23. Marín, C. E. (2004). *La Energía Solar Fotovoltaica en España*. Murcia: Universidad de Murcia.
24. Montero, B. M. (1991). *Sociedades Rurales e Innovación Tecnológica*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
25. Mosquera, P. (2012). *Fotovoltaica*. Energías Renovables.
26. Neupert, R. (1997). *Manual de Investigación Social*. Tegucigalpa: Editorial Universitaria.
27. PNUD Honduras. (2009). *Informe sobre Desarrollo Humano 2008/2009*. San Jose: Litografía e Imprenta Lil, S.A.
28. PNUD. (2010). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Recuperado el 10 de 1 de 2012, de http://www.undp.un.hn/energia_y_medio_ambiente.htm
29. Puig, P., & Jofra, M. (s.f.). Solar fotovoltaicas. *Energías renovables para todos*, 2-4.
30. Sampieri, F. (2007). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: McGraw Hill.
31. SDP. (2012). *Secretaría de Estado del Despacho Presidencial*. Recuperado el 2 de 3 de 2011, de http://www.sdp.gob.hn/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=561:gobier-no-trasferira-8-por-ciento-a-municipalidades-a-partir-del-ultimo-trimestre-de-2011&catid=38:noticias-destacadas&Itemid=18
32. SNU. (2007). *UNDAF 2007-2011*. Tegucigalpa.
33. Solartronic. (2007). *SOLARTRONIC*. Recuperado el Enero de 2010, de http://www.solartronic.com/Energia_Solar/Sistemas_Fotovoltaicos/
34. Zelaya, C. (2012). *Generalidades de las Aldeas y Caserío*. Reitoca.

ANEXOS

ANEXO 1 COTIZACIONES SOLARIS

ANEXO 1.1 VIVIENDAS



Col. Palmira, Ave. Republica de Chile casa # 218
Tel: (504) 239-8213, 232-0186, 232-1831
Fax: (504) 239-1028

ventassolaris1@cablecolor.hn
www.solarishn.COM

COTIZACIÓN

Fecha: 22/02/2012

Ciente: UNITEC

Plazo de Entrega: inmediato

Condición de Pago: _____

Por medio de la presente nos es grato someter a consideración nuestra oferta.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	MODULO DE 100 WATTS	L. 22.600,00	L. 22.600,00
2	BATERIA DE 6 VOLTIOS		
1	CONTROLADOR DE CARGA		
5	LANPARAS DE 10 WATTS		
1	INVERSOR DE 400 WATTS		
1	MATERIALES INSTALACION MANO DE OBRA		
	4 HORAS DE ILUMINACION		
	4 HORAS DE TV ACOLORES Y DVD		
	CARGADOR DE CELULAR Y RADIO GRABADORA		
	TOMA CORRIENTE		
	SUB-TOTAL		L. 22.600,00
	ISV		L. 2.712,00
	TOTAL		L. 25.312,00

RAFAEL ERAZO
SOLARIS



Aceptado

ANEXO 1.2 LUMINARIAS



Col. Palmira, Ave. Republica de Chile casa # 218
 Tel: (504) 239-8213, 232-0186, 232-1831
 Fax: (504) 239-1028

ventassolaris1@cablecolor.hn
 www.solarishn.com

COTIZACIÓN

Fecha: 16/06/2011

Cliente: luminaria publica

Plazo de Entrega: INMEDIATO

Condición de Pago: _____

Por medio de la presente nos es grato someter a consideración nuestra oferta.

			TOTAL
1	Modulos de 100 watts	L. 26.339,28	L. 26.339,28
2	Baterias de 12 voltios 124 amp sellada		
1	luminaria TIPO LED		
1	controlador de 20 amp CML funcion nocturna		
1	Mano de Obra		
1	materiales electricos y estructura y transporte		
NOTA, LA LUMINARIA ESTA DISEÑADA PARA ILUMINACION SEIS HORAS DIARIAS,			
		SUB-TOTAL	L. 26.339,28
		ISV	L. 3.160,71
		TOTAL	L. 29.499,99

 RAFAEL ERAZO
 SOLARIS



 Aceptado

ANEXO 1.3 ESCUELAS: EQUIPO DE CÓMPUTO



Col. Palmira, Ave. Republica de Chile casa # 218
 Tel: (504) 239-8213, 232-0186, 232-1831
 Fax: (504) 239-1028

ventassolaris1@cablecolor.hn
 www.solarishn.com

COTIZACIÓN

Fecha: 22/02/2012

Ciente: UNITEC

Plazo de Entrega: inmediato

Condición de Pago: _____

Por medio de la presente nos es grato someter a consideración nuestra oferta.

CANTIDAD			TOTAL
1	MODULO DE 200 WATTS	L. 31.000,00	L. 31.000,00
2	BATERIA DE 6 VOLTIOS 225 AMP		
1	CONTROLADOR DE CARGA 30AMP		
1	INVERSOR DE 750 WATTS		
1	INSTALACION Y MANO DE OBRA MATERIALES		
	 NOTA, 2 A 3 HORAS DE COMPUTADORA DIARIAS		
	SUB-TOTAL		L. 31.000,00
	ISV		L. 3.720,00
	TOTAL		L. 34.720,00

 RAFAEL ERAZO
 SOLARIS



 Aceptado

ANEXO 1.4 ESCUELAS: SISTEMA ELECTRICO



Col. Palmira, Ave. Republica de Chile casa # 218
 Tel: (504) 239-8213, 232-0186, 232-1831
 Fax: (504) 239-1028

ventassolaris@1cablecolor.hn
 www.solarishn.com

COTIZACIÓN

Fecha: 22/02/2012

Cliente: UNITEC

Plazo de Entrega: inmediato

Condición de Pago: _____

Por medio de la presente nos es grato someter a consideración nuestra oferta.

CANTIDAD			TOTAL
1	MODULO DE 205 WATTS	L. 31.250,00	L. 31.250,00
2	BATERIA DE 12 VOLTIOS 105 AMP		
1	CONTROLADOR DE CARGA		
8	FOCOS DE 7 WATTS 0 11 WATTS		
1	INVERSOR DE 750 WATTS		
1	INSTALACION Y MANO DE OBRA MATERIALES		
	5 horas de equipo de sonido		
	5 horas Para Iluminacion		
	5 horas Televisor a Colores y VHS / DVD		
	Cargadores de Celular , Equipo de Sonido		
		SUB-TOTAL	L. 31.250,00
		ISV	L. 3.750,00
		TOTAL	L. 35.000,00

RAFAEL ERAZO
 SOLARIS



 Aceptado