



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACION

PROPUESTA DE MEJORA EN INSTALACION DE PROYECTO

FOTOVOLTAICO A NIVEL RESIDENCIAL, SMARTSOLAR

PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TITULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21101246 JOSUE ELISEO MEJIA ALVARADO

ASESOR:

ING. DARWIN REYES HERNANDEZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA, ABRIL 2019

RESUMEN

La presente tesis contiene información detallada sobre la instalación de un sistema fotovoltaico para una residencial por Smartsolar, presentado una propuesta de mejora para la instalación de sistema fotovoltaico sobre techo de una casa de habitación o mejor dicho sobre una residencial, en el primer capítulo se da una breve introducción a lo que es el proyecto de investigación, aludiendo a conceptos que el lector deberá conocer antes de sumergirse en la lectura de este, en el segundo capítulo se detalla el entorno y el contexto del problema, se plantea la problemática, se establecen el objetivo general y los objetivos específicos de la presente tesis, así como las preguntas de investigación relacionadas al problema en cuestión y finalmente la justificación. El tercer capítulo contiene el marco teórico, entregando un recorrido por los procesos que con lleva la instalación de esta clase de proyectos solares, asimismo, se exponen las generalidades y características de todos los componentes instalados, en el cuarto capítulo encontramos la metodología utilizada formando parte de ella, el enfoque y los métodos, la población y muestra, y un cronograma que muestra las actividades realizadas durante la investigación. En el quinto capítulo se presenta los resultados obtenidos, también se presenta la propuesta de la implementación de micro inversores. En el sexto y Séptimo capítulo se encuentran las conclusiones y las recomendaciones a los que se llegaron con el estudio. Se da respuesta a los objetivos expuesto anteriormente y se anuncian unas recomendaciones tanto para la universidad como para la empresa.

ABSTRACT

This thesis contains detailed information regarding the installation of a residential photovoltaic system by Smartsolar, presenting an improvement in the installation on a dwelling house roof, in the first chapter there is a brief introduction to what is the research project, referring to concepts that the reader should know before immersing themselves on the topic. In the second chapter states and explain the environment and the context of the problem. The problem is posed, the general objective and the specific objectives of this thesis, as well as the research questions related to the problem in question and finally the justification. The third chapter contains the theoretical framework, providing a tour on processes that lead to the installation of this class of solar projects, also, the generalities and characteristics of all installed components exposed. In the fourth chapter we find the methodology used as part of it, the approach and methods, the population and sample, and a schedule that shows the activities carried out during the investigation. In the fifth chapter presents the results obtained, the proposal for the implementation of microinverters is also presented. In the sixth and seventh chapters are the conclusions and recommendations that came with the study. It responds to the objectives outlined above and announced recommendations for both the university and the company.

INDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2.1 Antecedentes	3
2.2 Definición del problema	3
2.3 Preguntas de investigación.....	4
2.4 Objetivo	4
2.4.1 Objetivo General	5
2.4.2 Objetivos Específicos	5
2.5 Justificación	5
III. MARCO TEORICO	6
3.1 Sistema fotovoltaico	9
3.2 Levantamiento.....	13
3.2.1 Mediciones físicas de áreas a utilizar.....	14
3.2.2 Verificación de paneles eléctricos	14
3.2.3 Memoria para perfil de carga	15
3.3 Diseño	15
3.3.1 Diseño Preliminar.....	16
3.3.2 Diseño de detalle	17
3.3.3 Plano.....	17
3.4 Simulación	19
3.5 Instalación.....	20
IV. METODOLOGIA	23
V. RESULTADOS Y ANALISIS	28
VI. RECOMENDACIONES	38
VII. ANEXO	39

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Grafica de tiempos para el desarrollo de proyectos de energía renovable.....	6
Ilustración 2 Serie fotovoltaica.....	10
Ilustración 3 Sistema fotovoltaico sobre techo conectado a la red.	11
Ilustración 4 Inversor implementado y equipo de monitoreo	12
Ilustración 5 Levantamiento por parte del equipo de Smartsolar	13
Ilustración 6 Planos elaborados posterior al levantamiento.	18
Ilustración 7 Secuencia implementada en proyectos.	21
Ilustración 8 Ciclo aplicado para desarrollar un proyecto.....	22
Ilustración 9 Ejemplo de techo Embotelladora de Sula.	28
Ilustración 10 Beneficios ambientales con sistema fotovoltaico	29
Ilustración 11 Instalación en residencia por parte de Smartsolar.	30
Ilustración 12 Proyecto residencial terminado por parte de Smartsolar.....	30
Ilustración 13 Área designada para la instalación del inversor central.....	39
Ilustración 14 Ensayo e instalación inicial del inversor central de 5 kW.....	39
Ilustración 15 Anclaje al techo e instalación de módulos fotovoltaicos.....	40
Ilustración 16 Inter conexión del sistema fotovoltaico a la red.	40

GLOSARIO

- **Celda solar:** son dispositivos que convierten energía solar en electricidad, ya sea directamente vía el efecto fotovoltaico, o indirectamente mediante la previa conversión de energía solar a calor o a energía química.
- **Corriente alterna:** Corriente eléctrica variable en la que las cargas eléctricas cambian el sentido del movimiento de manera periódica.
- **Corriente directa:** se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y carga eléctrica, que no cambia de sentido con el tiempo.
- **Cumbrera:** (denominada también caballete o gallur) es el remate de un tejado que suele solapar a la última teja de la limatesa.
- **Diagrama unifilar:** es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella.
- **Energía:** Capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.
- **Energía solar:** es aquella que se obtiene de la radiación solar que llega a la Tierra en forma de luz, calor o rayos ultravioleta.
- **Interconexión:** Conexión entre sí de dos o más elementos.
- **Inversor:** Aparato que sirve para invertir el sentido de una corriente eléctrica.
- **Levantamiento:** es la herramienta imprescindible para conocer la realidad de un inmueble o edificio y tener gráficamente todas las medidas, distribución, estructura, instalaciones y características básicas del mismo.
- **Monofásico:** [sistema eléctrico] Que está formado por una sola fase.

- **Panel:** Plancha de vidrio, estaño y otros materiales, que se coloca en un lugar despejado y recoge la energía solar para conducirla a un transformador de energía eléctrica.
- **Potencia:** Capacidad para producir trabajo, que se mide por la cantidad de trabajo realizado por una fuerza en una unidad de tiempo.
- **Red:** Organización formada por un conjunto de establecimientos de un mismo ramo, y en ocasiones bajo una misma dirección, que se distribuyen por varios lugares de una localidad o zona geográfica para prestar un servicio.
- **Recursos renovables:** es un recurso natural que se puede restaurar por procesos naturales a una velocidad superior a la del consumo por los seres humanos.
- **Recursos no renovables:** son aquellos cuyas reservas, inevitablemente, se acabarán en algún momento ya que no resulta posible producirlos, cultivarlos o regenerarlos para sostener su tasa de consumo.
- **Sistema fotovoltaico:** es un conjunto de dispositivos que aprovechan la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica.
- **Voltaje:** Potencial eléctrico, expresado en voltios.

I. INTRODUCCIÓN

La relación entre energía y medio ambiente, tienen una tendencia a la devastación del planeta, esto debido a las necesidades energéticas, las cuales están relacionadas con desarrollo tecnológico del mundo y por ende el desarrollo cultural de todas las naciones; por otra parte la conciencia humana ha tomado a bien desarrollar tecnologías que fomenten el cuidado de los recursos naturales, por medio del aprovechamiento de los recursos renovables específicamente el factor solar, que tiene la capacidad de suministrar suficiente energía para satisfacer la demandas existentes y las venideras. Piensa globalmente, actúa localmente *Jacques Ellul, (1912-1994).*

En este caso, la energía solar presenta una alternativa viable, para el aprovechamiento de un recurso ilimitado, que puede favorecer los aspectos industriales, en forma directa y residenciales como alternativa de ahorro, en una modalidad menor; por eso Smartsolar, a partir del 2012 tiene diversos proyectos que se han convertido en pioneros en innovación y concientización ambiental, brindando buenos resultados en las áreas aplicadas.

Dichas aplicaciones tienen una constante supervisión en la producción energética, realizando diferentes tipos de inspecciones físicas y controles en el monitoreo para brindar un servicio de calidad y constancia a los clientes. En este caso en particular, este proyecto será el más pequeño y el primero a nivel residencial.

Cabe resaltar que la relación costo/beneficio se verá reflejada en la negociación establecida entre el cliente y la empresa nacional de energía eléctrica (ENEE), por medio de los acuerdos que se están desarrollando en la actualidad para la administración de las inyecciones eléctricas que los proyectos otorguen a la red, buscando el beneficio para el implementador de estos proyectos, en sus facturas de consumo.

Por consecuente podemos percibir, que el empuje tecnológico ha venido a favorecer el crecimiento de las capacidades humanas, controlando los factores que perjudican el medio ambiente; Con la implementación de sistemas fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica estas contribuyendo al bienestar de las generaciones futuras y potencializando el rubro energético con sus aportes.

Este aprovechamiento de la energía fotovoltaica en el área residencial viene a ser trascendental hoy en día, ya que abre las puertas a nuevas ideas tecnológicas aplicables para el hogar sin necesidad de consumir recursos no renovables y hacer uso de la energía proveniente del sol.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 ANTECEDENTES

La Empresa Nacional de Energía Eléctrica, (ENEE), ha sido la empresa gubernamental encargada de suministrar los requerimientos sociales en el ámbito eléctrico, contando con diferentes fuentes de generación eléctrica que ayudan a suplir la demanda; utilizando los diferentes tipos de aplicaciones de captación energética disponibles en nuestro país.

A medida el tiempo transcurre, los recursos se están agotando y las necesidades energéticas crecen, dando lugar a buscar nuevas alternativas para la captación y generación de energía. Esto permite optar por la energía solar por medio del proceso fotovoltaico que ayuda a disminuir la destrucción de nuestros recursos naturales.

Las tecnologías actuales han desarrollado formas de disminuir los costos de instalación y han permitido implantarlos en los rubros residenciales, promoviendo la innovación y la aceptación de esta herramienta propuesta para el ahorro y la protección de nuestro planeta.

Utilizando todos estos factores se busca una alternativa moderna y versátil que puede cumplir con las exigencias de los clientes y que requiera menor materiales, que las tecnologías utilizadas en la actualidad

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la gran demanda de recursos energéticos, se ha tenido que depender de otras fuentes de generación eléctrica, dando lugar a nuevas variables que interfieren directamente en el precio de la energía eléctrica. Esto se puede observar a los llamados ajustes que realiza la estatal de energía, intentando disminuir las pérdidas para dicha institución. Sintetizando lo anterior, se debe de buscar la manera de combatir de una forma inteligente la dependencia de los

monopolios establecidos por la sociedad que actualmente están afectando la economía de los hogares hondureños.

Mitigar los costos elevados por servicio de energía eléctrica, debe de ser uno de los mayores intereses de la sociedad, permitiendo implementar otras formas de captación y generación de energía, y principalmente el desarrollo de tecnologías que exploten los recursos renovables de forma eficiente.

Al instalar un sistema fotovoltaico nivel residencial, se cubren todas las necesidades de una forma agradable para el ambiente y que a su vez contribuye al ahorro en un corto plazo del inversionista, de esta manera estamos dando lugar a un nuevo horizonte en el rubro energético y empleando un nuevo concepto de generación distribuida que dará mejores servicios a toda la sociedad en el futuro.

2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Las preguntas de investigación que a continuación se detallan sirven para obtener un mejor panorama del proyecto, para su posterior evaluación y solución del problema.

¿Por qué invertir en energía fotovoltaica solar?

¿Qué ventajas y desventajas tiene la energía fotovoltaica solar?

¿Qué aspecto se deben analizar para optar por un sistema fotovoltaico solar?

¿Qué tan rentable es implementar estos proyectos actualmente?

2.4 OBJETIVO

“Cuando las generaciones futuras juzguen a las que vinieron antes respecto a temas ambientales, tal vez lleguen a la conclusión de que no sabían, Evitemos pasar a la historia como las generaciones que, si sabían, pero no les importo” (Gorbanchev, 2002)

2.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar la instalación de un sistema fotovoltaico en una residencia de forma segura y eficiente, aprovechando al máximo los recursos disponibles, específicamente las características del espacio como ser orientación del techo, diseño del sistema, control de cargas y la ejecución de los procesos de instalación y presentar una alternativa de mejora para dicha implementación por medio de micro inversores

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el área de aprovechamiento por medio de un levantamiento detallado del techo para el sistema fotovoltaico.
- Instalar el sistema fotovoltaico de forma segura en la residencial.
- Comparar el rendimiento del sistema fotovoltaico con un inversor central en relación con un micro inversor por cada módulo solar.

2.5 JUSTIFICACIÓN

La implementación de los proyectos de energía solar dará lugar a una serie de cambios en los diferentes ámbitos, pero el más notorio en la actualidad será el apoyo al cuidado al medio ambiente, por otro lado, también otorga al usuario de esta tecnología una manera de ahorrar y disminuir los gastos generados por los servicios de electricidad pública y aportando socialmente un beneficio al inyectar a la red el excedente de energía producido por el sistema fotovoltaico en su residencia, revirtiendo en el futuro la facturación de la energía eléctrica y percibiendo todos los beneficios que estos proyectos otorgaran en corto o mediano plazo.

III. MARCO TEORICO

La cantidad de energía que recibe la tierra del sol cada 30 minutos, es equivalente a toda la energía consumida por la humanidad por un año. La energía solar es renovable. Es decir, es inagotable. Al utilizar los sistemas solares, requieren poco mantenimiento por no tener partes en movimiento, a su vez no producen ruido y son cero contaminantes. A la tierra solo llega aproximadamente 1/3 de la energía total interceptada por la atmosfera, y de ella el 70% cae en el mar. Aun así, es varios miles de veces el consumo energético mundial. (Mendez Muñiz & Cuervo Garcia)

Etapas y Tiempos del Desarrollo de Proyectos Renovables en Centro América

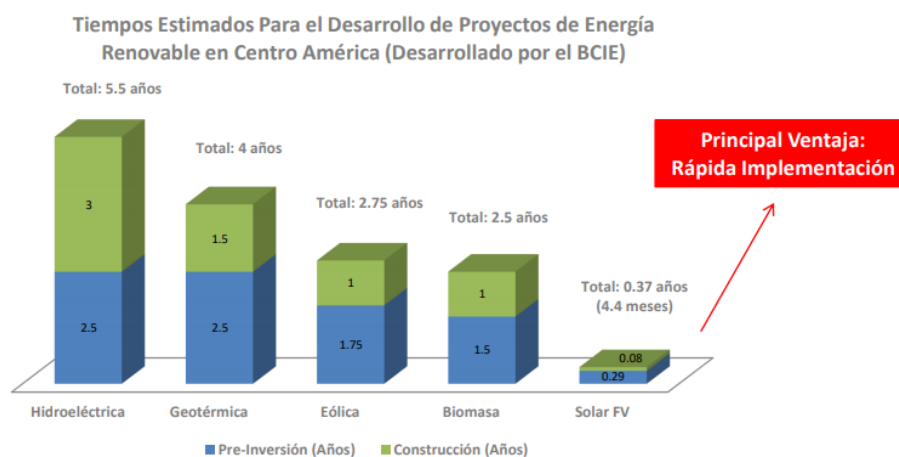


Ilustración 1 Grafica de tiempos para el desarrollo de proyectos de energía renovable.

Fuente (Smartsolar departamento de operaciones.)

La energía solar fomenta el cambio de la matriz energética actual, avanzando a alcanzar la independencia de los combustibles fósiles y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero. No depende de las fluctuaciones en los precios de energía y son de gran fiabilidad, garantizando el retorno de la inversión hecha a lo largo de su vida útil. Cabe mencionar que reducen la temperatura interna de las instalaciones, produciendo de esta manera ahorros colaterales en el sistema

de aire acondicionado. Así como una mejoría en el confort del personal de trabajo u hogar.

La energía que emite el sol llega a la Tierra en forma de ondas electromagnéticas que se desplazan por el espacio en todas las direcciones. Este efecto se llama radiación y hace referencia a un fenómeno físico vibratorio que representa en forma de ondas. Cuanto mayor es la frecuencia, mayor es la energía que transporta la onda. (Rufes Martinez, 2010)

VENTAJAS:

Diversas son las características que confieren a la energía solar fotovoltaica de tecnología apropiada para las comunidades rurales:

- El sol es una fuente de energía gratuita, ilimitada, autóctona y respetuosa con el medio ambiente, que favorece el autoabastecimiento energético y una menor dependencia del exterior.
- Es una tecnología de diseño modular, que produce energía a cualquier escala permaneciendo constante el coste de la energía generada, y flexible o de fácil extensión.
- Su manejo es sencillo, y el mantenimiento básico puede realizarse en el ámbito local.
- Suele motivar el desarrollo de otros sectores. En efecto, se conocen diversas experiencias en las que la electrificación del sector doméstico ha generado un mercado fotovoltaico que ha ido evolucionando en el sentido de mejorar la calidad técnica de las instalaciones (mantenimiento incluido) y ampliar progresivamente el espectro de aplicaciones.
- Ha demostrado su rentabilidad en aplicaciones de electrificación rural, frente a sistemas convencionales como los generadores Diesel e incluso la extensión de la red eléctrica.

INCONVENIENTES Y LIMITACIONES:

Se puede objetar que la tecnología fotovoltaica no es apropiada para las zonas rurales de los países pobres porque genera dependencia, ya que la tecnología necesaria para fabricar los paneles no estará, al menos a medio plazo, al alcance de estos países. Por conveniente matizar esta aseveración: en primer lugar, en el sentido de que los paneles fotovoltaicos (la tecnología más compleja y menos accesible de la instalación) son el elemento más fiable de mayor duración, estimada entre veinte a treinta años; y, en segundo lugar, porque no hay que olvidar que otras formas de generar electricidad también presentan esa limitación (tal es el caso de los generadores Diesel y de las palas eólicas). "Muerto el último árbol, muerto el último hombre..." (Sentencia, s.f.)

En cuanto las limitaciones inherentes a la energía solar fotovoltaica, cabe mencionar las siguientes:

- Energía disponible. Pese a que los sistemas fotovoltaicos suelen contar con un elemento acumulador, ello no asegura una disponibilidad ilimitada de energía. Si el consumo de electricidad procedente de los elementos generador y acumulador es superior al ritmo de carga de este último, esto provocará un "agotamiento temporal" de la instalación, hasta que el sol restablezca de nuevo energía disponible. Es de importancia la educación del usuario sobre la fuente energética y su forma de utilización.
- Máxima Potencia. Los sistemas fotovoltaicos, en la mayoría de los casos, están diseñados para bajos niveles de consumo, habituales en las zonas rurales. La máxima potencia que dichos sistemas son capaces de entregar estará limitada a valores relativamente bajos, aun en el caso de instalaciones centralizadas.
- Aplicaciones no recomendadas. Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica son variadas. Las aplicaciones térmicas, tanto de frío como de

calor (estufas, planchas, refrigeradoras, etcétera), consumen mucha potencia.

El desarrollo al implementar tecnologías solares se debe de efectuar de una forma organizada, el proceso se efectúa por el equipo de ingeniería de SmartSolar, estos procedimientos garantizan la satisfacción del cliente y el bienestar de la empresa, cabe destacar que cada proceso tiene un significativo valor agregado que se hace notar al finalizar el mismo. ((Rufes Martinez, 2010)

3.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO

Los sistemas fotovoltaicos, son los encargados de convertir la irradiación solar, en energía eléctrica, por medio de diversos componentes, que efectúan una serie de procedimientos estructurados, para mantener la eficiencia energética siempre en óptimas condiciones, cumpliendo con las regulaciones y normativas vigentes. Estas aplicaciones se pueden efectuar con los rubros industriales, pero en este caso en específico, se mira ejecutado en el rubro residencial.

En la actualidad se fabrican módulos con eficiencia de hasta el 18%. En módulos fotovoltaicos de concentración se llega hasta el 27% de eficiencia. La vida útil de un módulo viene a ser de máximo 20 años.

La radiación solar transmite a través de fotones que, al incidir sobre la superficie del cristal de silicio, se genera una corriente eléctrica (la intensidad de la corriente) bajo una diferencia de potencial (tensión).

Los módulos están constituidos por células individuales en las que se produce una diferencia de potencial de aproximadamente 0.4 por célula. Las células se unen entre sí en conexiones en serie, en paralelo o mixtas para obtener una tensión de 12V o 24V. (Roldán Vilorio, 2010)

Se puede considerar que un módulo fotovoltaico es un arreglo de celdas solares individuales que están conectadas eléctricamente entre sí, para que de esta manera se pueda sumar la potencia de salida para cada una de ellas. Las celdas

solares son encapsuladas para que sean protegidas ante el ambiente y para la seguridad del usuario y su manejo ante los posibles accidentes eléctricos. Al tener un conjunto de módulos conectados entre sí se forma lo que llamamos un panel. El conjunto de varios paneles es lo que llamamos un sistema fotovoltaico. (Poggi Viraldo, Martinez Reyes, Pineda Cruz, & Caffarel Mendez, 2009)



Ilustración 2 Serie fotovoltaica

Fuente (Smartsolar departamento de operaciones.)

Descriptivamente, podemos definir que la celda solar, es la variable más importante del proceso, la cual se mira acomodada en un panel de 60 o 72 celdas que pueden producir una potencia de 255 a 345 watts de potencia, estas se miran condicionada a los requerimientos eléctricos y características del campo donde se instalaran.

El generador fotovoltaico capta la radiación solar y la transforma en energía eléctrica, que, en lugar de ser almacenada en baterías, como en los sistemas aislados e híbridos, se puede utilizar directamente en el consumo o entregarla a la red eléctrica de distribución. Estas dos funciones las realiza un inversor de corriente directa a corriente alterna especialmente diseñado para esta aplicación.

En la estructura física de un sistema fotovoltaico conectado a red, se pueden distinguir como elementos fundamentales:

- Módulos fotovoltaicos.
- Inversor para la conexión a la red.
- Dispositivo de intercambio por la red eléctrica.
- Contador de energía bidireccional.

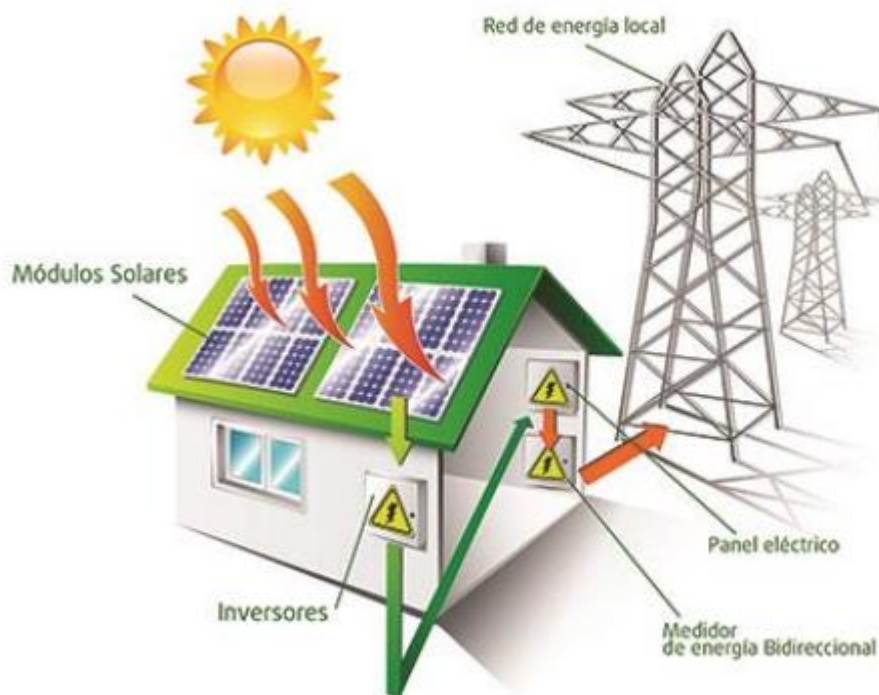


Ilustración 3 Sistema fotovoltaico sobre techo conectado a la red.

Fuente (Smartsolar departamento de operaciones.)

El inversor, es uno de los componentes más importantes en los sistemas conectados a la red, ya que maximiza la producción de corriente del dispositivo fotovoltaico y optimiza el paso de energía entre el módulo y la carga, transformando la energía continua producida por los módulos en energía alterna, para la introducción a la red, con la que trabaja en régimen de intercambio.

El contador de energía bidireccional mide la energía producida por el sistema fotovoltaico durante todo su periodo de funcionamiento, como su nombre lo indica, es capaz de medir energía en ambos sentidos, cuando la planta en cuestión está en condiciones de generar energía eléctrica y cuando no lo este y sea preciso el consumo de energía desde el lado de la red. (Carta González, Calero Pérez, Colmenar Santo, Castro Gil, & Collado Fernández, 2013)



Ilustración 4 Inversor implementado y equipo de monitoreo

Fuente (Propia)

Como medida de control, instala un equipo de monitoreo remoto, con el propósito de mantener el proyecto fotovoltaico operando eficientemente, permitiendo otorgar un servicio con calidad y seguridad a los inversionistas interesado en este tipo de proyectos.

Pese a que la energía solar se considera una forma cara de producir energía es, muy a menudo, en aplicaciones aisladas de la red, la solución más económica de suministro eléctrico. El crecimiento del mercado mundial indica que la electricidad solar ha penetrado en muchas áreas en las que es económicamente viable. ((Energía Solar Fotovoltaica, 2002)

Algunos cuidados que se deben tener en las instalaciones fotovoltaicas:

- Limpieza periódica de los paneles, especialmente cuando estos están expuestos a grandes cantidades de polvo y la contaminación ambiental.
- Controlar el estado de los soportes y anclajes, teniendo en cuenta que estos están expuestos a la intemperie (viento, lluvia, nieve, hielo, etcétera).
- Asegurar el aislamiento de las cajas de conexiones. (Roldan Viloria, 2008)

3.2 LEVANTAMIENTO.

Se le denomina levantamiento, a la evaluación del área disponible, para el estudio de la superficie que se desean emplear en el proyecto fotovoltaico, estos encierran a los datos técnicos suministrados por el cliente, la verificación de los circuitos, métodos de medición y respaldo si aplicara; los voltajes de operación, tipos de conexión y características de protección de todos los sistemas instalados.

“La energía solar es una energía limpia e inagotable, en nuestras manos esta aprovecharla.” (Granite Chief Solar, s.f.)



Ilustración 5 Levantamiento por parte del equipo de Smartsolar

Fuente (Propia)

A continuación, realizaremos un detalle de cada una de las áreas que conciernen a este procedimiento inicial.

3.2.1 MEDICIONES FÍSICAS DE ÁREAS A UTILIZAR

Las áreas que se puede implementar son asignadas, por el cliente, este puede optar por colocar los paneles sobre el suelo o en el techo, dependiendo de los espacios físicos disponibles, y condiciones en las que se encuentren estos.

Una vez establecidas las áreas más adecuadas para el proyecto, se realizan mediciones que incluyan todas las características del área o perímetro, por ejemplo, si se utiliza un techo, se considera, su inclinación, orientación, tipo de láminas, dimensiones, tipos de cumbrera, tipos y separación de canaletas, obstáculos (antenas, condensadores de aire acondicionado, sombras) “No me duele los actos de la gente mala, me duele la indiferencia de la gente buena” (Luther King, s.f.)

Estos datos son obtenidos en el campo, y se plasman en un dibujo de mano alzada con la mayor información posible, para ser posteriormente pasarlo en limpio por el dibujante de la empresa.

3.2.2 VERIFICACIÓN DE PANELES ELÉCTRICOS

La empresa de energía nacional tiene ya normalizados los voltajes de operación, pero cada cliente hace su configuración de bancos de transformadores según los requerimientos específicos de los equipos que está empleando, por otro lado, las residenciales, los voltajes de servicio ya tienen una medida estándar 120/240V, con características monofásicas, y que tienen que tener una carga bien distribuida para evitar sobre calentamientos en la red de servicio o en la red de distribución domésticas.

Un poco más de persistencia, un poco más de esfuerzo, y lo que parecía irremediadamente un fracaso puede convertirse en un éxito glorioso. (Hubbard, s.f.)

Se toman los datos técnicos más importantes, como ser su main braker, números de paneles, el mejor punto de interconexión y captura de imágenes para posterior evaluación de la instalación de los componentes del sistema solar que se instalaran.

3.2.3 MEMORIA PARA PERFIL DE CARGA

Posterior a la negociación y explicación del sistema fotovoltaico, el cliente debe de entregar la información de sus consumos, para poder desarrollar perfil de un año, dicha información sustentara los datos de consumo promedios para la mejor configuración del sistema a instalar.

Esta memoria está compuesta de los datos medidos por la empresa nacional de energía eléctrica la cual se mira representada en sus facturaciones; si en determinado caso no cuenta con la suficiente información, se toma una muestra con un analizador de red que operara por un tiempo determinado, para poder fundamentar el proyecto en estos datos.

3.3 DISEÑO

Como todo proceso de ingeniería, se necesita realizar una matriz con todas las variables, para obtener un resultado; En esta etapa del proyecto se realiza un análisis minucioso, donde se proporcionan los datos obtenidos en el levantamiento, y se analizan todos en conjunto, esto permitirá saber cuál diseño, orientación y cantidad de módulos permitirán obtener los requerimientos del cliente y sobre pasar las expectativas de este de una forma segura y sin incrementar los costos del proyecto.

“Las fuentes de energía renovable ofrecen el potencial para transformar la calidad de vida y mejorar las perspectivas económicas de miles de millones de personas.” (WWF, s.f.)

Los datos técnicos obtenidos en el levantamiento juegan un papel fundamental en esta etapa del proyecto, poniendo en riesgo toda la eficiencia del proyecto si uno de estos datos estuviese erróneo, por esa razón, la empresa exige a sus ingenieros realizar un levantamiento detallado y bien fundamentado con las informaciones que se encuentran en el campo o área designada.

Si fuese el caso, se efectuará un replanteamiento del área y se verificarán las medidas de nuevo, para obtener un resultado certero en el proyecto, siendo este el último recurso a utilizar para no crear retrasos en la secuencia del proyecto.

3.3.1 DISEÑO PRELIMINAR

Se considera como diseño preliminar a la elaboración de un plano de todos los datos recolectados por el área de ingeniería en el levantamiento, estos son presentados al cliente para afinar detalles.

-Continuo esfuerzo -no fuerza o inteligencia- es la clave para liberar nuestro potencial. (Churchill, s.f.)

Con estos se adjunta toda la información técnica para la aprobación de dicho proyecto por parte de inversionista, se le da a conocer la cantidad de módulos a emplearse, el área designada para que operen, las capacidades energéticas que otorgaran, los detalles de los componentes solares que se emplearan como ser inversores y paneles eléctricos con sus debidos breakers, y el punto de interconexión del sistema fotovoltaico con el sistema de red doméstica.

En el mismo se le da unos análisis del retorno de inversión, y cuadros comparativos del ahorro proporcionado por los paneles solares, estas implementaciones están cubiertas con una garantía de un año por Smartsolar,

donde ellos dan fe de que los sistemas instalados operaran de acuerdo con los términos establecido en el documento final del proyecto.

En este caso, ha sido el proyecto más pequeño que la empresa ha desarrollado, siendo este el primero en escala residencial, permitiendo abrir puertas para la comercialización de este y siendo el proyecto piloto en este rubro.

3.3.2 DISEÑO DE DETALLE

Posterior a la aprobación del cliente, se efectúa un estudio al detalle del área asignada para el proyecto, en este se analiza con herramientas tecnológicas, el estudio de sombra, donde se tomarán acciones posibles por eliminarlas, también se considera los detalles y correcciones efectuados por el cliente, como ser eliminación de láminas traslucidas, y la reparación de cualquier desperfecto, porque los proyectos fotovoltaicos están destinados a operar durante un periodo de 20 años, requiriendo acciones para mitigar daños o reparaciones a corto plazo.

La captación de la información debe de ser minúscula en todos los aspectos involucrados en el rubro solar, desde la elaboración de un diagrama unifilar hasta los pequeños detalles como ser las formas de la lámina de zinc que se está usando en cada instalación.

En la residencial, se hizo replanteamiento a la hora de hacer un diseño de detalle, restableciendo el área donde se iba a instalar el inversor, debido a la nueva reasignación de lugar, se debió definir por donde se haría el cableado, y buscar la forma más eficiente para disminuir los daños a la casa a la hora de la instalación

3.3.3 PLANO

Una vez establecido todos los detalles y correcciones es necesario plasmar en forma formal estos, por consiguiente, la elaboración de planos constructivos debe de hacerse según las normativas de los colegios correspondientes, en este caso el jefe de proyecto de Smartsolar, toma el control de proyecto sintetizando todos

los datos y elaborando un plano donde todos los detalles sean explícitos para la elaboración.

Los planos efectuados para el desarrollo del proyecto son:

- Diagrama Unifilar Eléctrico.
- Distribución de equipos y estructuras.
- Cableado y Canalización
- Red de tierra.

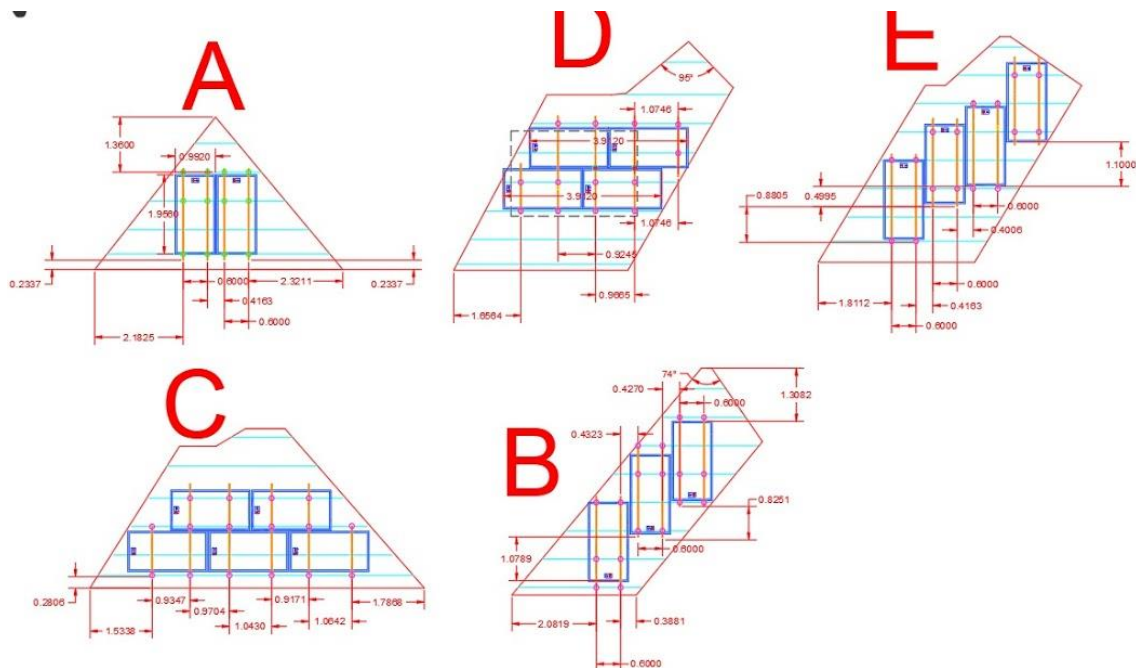


Ilustración 6 Planos elaborados posterior al levantamiento.

Fuente (Smartsolar departamento de operaciones.)

Con todos ellos se hace denotar que, el proyecto está en vías de desarrollo, que las otras fases de mismo, se debe ejecutar, como ser las compras, adquisición de equipo y preparación de equipo de trabajo junto con su planificación.

Cada uno de estos planos fueron realizados para la residencial, usando herramientas de dibujo como AutoCAD, y basados en los planos arquitectónicos

otorgados por el dueño, para hacer más exacto la implementación del procedimiento a ejecutar.

3.4 SIMULACIÓN

El PVSyst. Es un simulador que permite comprobar, diseñar y monitorear, los arreglos fotovoltaicos, considerando los datos de levantamiento, como bases iniciales de cada uno de los proyectos, en consecuente, también se retroalimenta de los datos emitidos por su base de datos, para hacer más certero los resultados de dicha simulación, con él también se puede obtener informes preliminares del proyecto en simulación y se puede estudiar como las sombras afectan el proyecto por medio de la creación de los obstáculos en el interfaz que este emplea para el correcto estudio y análisis del mismo.

En el mismo se puede configurar los datos individualmente, como ser cada uno de los componentes que se emplean, arrojando el resultado de la implementación de cada configuración posible, si la configuración no es la correcta, el programa realizara una serie de advertencia y posteriormente efectuara sugerencias de las mejores opciones.

Una de las ventajas de utilizar esta aplicación, es que nos da la facultad de poder determinar valores mayores de carga D.C hasta un factor 1.25, eso quiere decir que para el aprovechamiento de la irradiación solar en los días que no son óptimos, se puede crear un sistema de captación mayor, en otras palabras, sobredimensionado la capacidad de captación, para mantener una carga estable en los días de poca irradiación solar.

El reporte de resultado realiza un cálculo de energía a lo largo de un año, donde analiza la rentabilidad del sistema voltaico, da una relación de rendimiento que describe la calidad de operación del sistema y crea un indicador de producción basado en la irradiación; esto se convierte en una herramienta poderosa del comportamiento del sistema y posibles mejoras en el diseño.

Con respecto a la residencial, determino que los elementos empleados en este proyecto fueron la mejor opción para la captación y producción de energía solar la cual se reflejara de forma objetiva en la residencial.

3.5 INSTALACIÓN

La última fase de los procesos es la instalación de todos los elementos necesarios para la implementación del proyecto fotovoltaico a nivel residencial, en ella se mira reflejado la planeación que se ha llevado a cabo desde el momento de la autorización por parte del cliente solicitante, en esto se mira envuelto todos los recursos logísticos necesarios como ser lista de materiales ,equipos requeridos, equipo de protección personal y sobre todo el factor humano que juega un papel crucial para la ejecución del mismo.

Se debe evitar al máximo la proyección de sombra en los cuerpos fotovoltaicos. Pequeñas sombras pueden provocar que gran parte del módulo no funcione. Es muy importante seleccionar correctamente la ubicación física de la totalidad de los componentes de la instalación. Con una buena planificación acerca de cómo y dónde colocar los distintos componentes de la instalación se obtienen mayores niveles de seguridad eléctrica, se reduce el coste de los materiales y disminuye la mano de obra necesaria. "Si sabes gastar menos de lo que ganas, has encontrado la piedra filosofal." (Franklin, 1790)

Para los paneles, se debe identificar un lugar libre de sombras, localizando el sur geográfico y la inclinación idónea, con la ayuda de una brújula y otras herramientas como el inclinómetro. Cualquier obstáculo natural o artificial que se interponga en la trayectoria de los rayos del sol y los paneles producirá un sombreado sobre estos. También existe el riesgo de que, si las diferentes filas de paneles están demasiado cerca unas de otras, en determinados momentos del año una fila puede afectar con su sombra a la fila posterior.

Para evitar el indeseable efecto del sombreado, es necesario calcular con precisión las longitudes y direcciones que las sombras de aquellos obstáculos

que pueden afectar a los paneles en la época más desfavorable del año, bastando en general efectuar los cálculos para el día del solsticio de invierno, que es cuando la trayectoria del sol es más baja (y, por lo tanto, las sombras alcanzan su máxima longitud sobre el suelo). "Pretender que el cambio climático no es real no hará que desaparezca." (Dicaprio, 2014)

Por otro lado, se debe de considerar que esta fase la planificación debe de tener tolerancias en los tiempos y versatilidad a la hora de encontrar otra nueva alternativa de mejora, ya que esto permitirá que los costos de producción disminuyan y a su vez darán como resultado una reducción en los daños realizados a la casa de habitación, cuando se instalen las tuberías que contendrán las líneas eléctricas y el equipo que suplirá las necesidades de este hogar.

Un sistema fotovoltaico conectado a la red consiste básicamente en un generador fotovoltaico acoplado a un inversor que opera paralelo con la red eléctrica convencional. El concepto de inyección a red tiene un amplio margen de aplicaciones, desde pequeños sistemas de pocos kilovatios de potencia instalada hasta centrales de varios megavatios.



Ilustración 7 Secuencia implementada en proyectos.

Fuente (Smartsolar departamento de operaciones.)

Uno de los mayores retos que toda empresa ejecutora debe de afrontar es la mitigación de riesgo, por eso esta compañía vio a bien instalar líneas de vida en los techos de dicha casa, con el fin de tener un ambiente seguro para todos los participantes, a su vez se asignó el equipo de protección personal necesarios, para aumentar más las medidas de seguridad establecidas

“Por el grosor del polvo en los libros de una biblioteca pública puede medirse la cultura de un pueblo.” (Steinbeck, (1902-1968))

El proceso de instalación de los paneles fotovoltaicos se efectuó durante dos días, en ellos se efectuaron un replanteamiento de las áreas asignadas para la verificación de los planos de ejecución y estableciendo los puntos de instalación de los rack o montantes de paneles sobre techo y a la tubería necesaria para el transporte de las líneas eléctricas al inversor, cumplido con lo anterior, se dio lugar a la instalación de todos los paneles para el proyecto siendo este capaz de soportar la intemperie y las condiciones extremas de nuestro clima cálido tropical.

La supervisión fue uno de los mayores aportes de estos procesos asegurando que cada uno de los procedimientos empleados, cumple con las normativas vigentes, esto quiere decir que todos y cada uno de los materiales y equipo cumplen con las regulaciones según el NEC actual.



Ilustración 8 Ciclo aplicado para desarrollar un proyecto

Fuente (Smartsolar departamento de operaciones.)

IV. METODOLOGIA

El presente proyecto de tesis será una investigación científica aplicada en la industria energética, utilizando el empuje tecnológico existente para la reducción de los costos por pagos de servicios, disminución de la contaminación y el aprovechamiento del recurso solar, con el fin de apertura el rubro energético solar a nivel residencial.

4.1 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Con la propuesta de mejora de instalación de sistema fotovoltaico a nivel residencial, Smartsolar se ejecutará un método más adecuado para los procesos que con lleva dicha actividad, la cual lograra satisfacer los requerimientos y normativas vigentes, por parte de la empresa y las autoridades competentes.

En este proyecto de tesis tiene como objetivo constatar la hipótesis, se presentarán diversas variables, siendo estas evaluadas profundamente para poder alcanzar las metas plasmadas anteriormente en forma de objetivos.

Se consideran como variables independientes todos los factores que influyen en la producción energética por medio de los sistemas fotovoltaicos para la utilización de las residenciales, estas podrían ser características propias de las áreas de utilización, por ejemplo, un techo o una área sobre suelo especifica u otros como ser, orientación, inclinación, tipo de láminas, obstáculos y sombras por otra parte la variable dependiente seria la mayor capacidad de generación de energía eléctrica durante el día.

4.2 ENFOQUE Y MÉTODO.

Una vez que tenemos elaborado el problema de investigación, preguntas, objetivos e hipótesis, se elabora el diseño y se selecciona la muestra que se utilizará en el estudio de acuerdo con el enfoque elegido, la siguiente etapa

consiste en recolectar datos pertinentes sobre las variables, sucesos, comunidades u objetos involucrados en la investigación (Gómez, 2006:121).

La presente investigación tiene un enfoque mixto, por una parte, el enfoque cualitativo brinda el estudio de métodos de recolección de datos y de observaciones para ejecutar todos los procesos involucrados en la instalación de un sistema fotovoltaico, en el enfoque cuantitativo se propone un análisis a los datos que el cliente otorga para la elaboración de un perfil de carga basado en los consumos de la residencial.

En esta investigación, los métodos se ejecutarán simultáneamente debido a que los datos (cuantitativos y cualitativos) se obtiene al mismo tiempo y se analizan conjuntamente.

La metodología que se emplea en esta investigación se compone de tres fases que a continuación se describen.

Fase 1

- Levantamiento y recolección de datos de técnicos para el análisis a nivel de ingeniería para la implementación del sistema fotovoltaico por el departamento de operaciones de Smartsolar.
- Reunión con el inversionista para la toma de decisiones y parámetros necesarios para la ejecución del proyecto.

Fase 2

- Analizar los datos recolectados en el campo, como ser orientación del área a disposición, inclinación, tipo de láminas, obstáculos y todas las variables que compromete el proyecto con el objetivo de desarrollar la mejor alternativa de implementación de forma eficaz.
- Presentar un proyecto preliminar con los datos previamente analizados para la aprobación del cliente y los directivos de la empresa.

Fase 3

- Efectuar un levantamiento de detalle para la mitigación de riesgos en el diseño, simulación y desarrollo del proyecto generando el proyecto oficial que se pondrá en marcha posteriormente
- Entregar una propuesta de mejora en la instalación de sistema fotovoltaico a nivel residencial por Smartsolar
- Entregar recomendaciones y conclusiones obtenidas a partir de los resultados obtenidos y conclusiones.

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La presente investigación se sustenta de la experiencia obtenida en la elaboración de proyectos fotovoltaicos a nivel industrial, dando como resultado la facilidad de implementar a nivel residencial esta investigación, basado en simplicidad que este refleja si se compara con su contra parte industrial, por lo lado, se considera como población todos los proyectos de mayor escala que se han instalados y actualmente se encuentran operando.

Cabe destacar que el presente proyecto es el primero que se monta sobre una casa de habitación por Smartsolar, siendo la misma la muestra de esta investigación y representando para la misma una iniciativa de apertura a la cultura del ahorro y cuidado ambiental para la sociedad hondureña.

4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

En esta investigación se utilizó recursos escritos y procedimientos, los cuales forman parte fundamental del todo los procesos de desarrollo que la compañía efectúa, puestos a disposición al investigador para obtener el mayor número de datos posible. Dicha información se encuentra plasmada en los archivos de la empresa, siendo liberado solo el material expuesto en este documento, con el fin de respetar el contrato de confidencialidad de la empresa.

De la misma manera, se efectuaron diversas charlas con el equipo de operaciones, para conocer los lineamientos y funcionamiento del sistema fotovoltaico, algunas medidas que se han tomado para mitigar los problemas y minimizar los riesgos presentes en la fase de instalación principalmente. El método de realización de las entrevistas consiste en sintetizar en forma escrita todos los procedimientos fundamentales y las medidas importantes que se deben de tomar.

Además de utilizar equipos de medición eléctrica, siendo estos un multímetro marca Fluke, que nos permitió obtener los datos de carga y voltaje en la residencial, otros de los instrumentos utilizados fueron brújulas, la cual nos permite saber la orientación de los techos, y inclinómetros, arrojando datos básicos y necesarios para la implementación eléctrica solar.

4.5 UNIDADES DE ANÁLISIS Y RESPUESTA

La unidad de análisis del proyecto de investigación es el sistema fotovoltaico instalado sobre suelo en una residencial en San Pedro Sula por parte de Smartsolar.

4.6 CRONOGRAMA.

Actividades y Tareas	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Familiarización con el equipo y los procesos relacionados con Smartsolar	■	■								
Organización y planificación del proyecto de tesis		■	■	■						
Estudio, Simulación y Planificación relevante al Proyecto				■	■	■				
Diseño y Aplicación de la metodología						■	■	■		
Análisis e interpretación de resultado							■	■	■	
Presentación del informe									■	■

V. RESULTADOS Y ANALISIS

5.1 EVALUACIÓN GENERAL DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO A NIVEL RESIDENCIAL POR SMARTSOLAR

La presente investigación se efectuó con base en un proyecto ejecutado por Smartsolar, siguiendo los parámetros y procedimiento de los proveedores con el soporte otorgados por los mismo, esto sirve para darle respaldo a la empresa y una capacidad de ser pioneros en el mercado Hondureño, cabe resaltar, que dicha empresa fue la que desarrollo el proyecto fotovoltaico piloto de la Embotelladora de Sula de S.A. y fue la primera en construir el proyecto fotovoltaico más grande de Latinoamérica, la capacidad instalada en Embotelladora de sula, supero los 3 megas, reduciendo los costos de operación para esta prestigiosa empresa, y motivando a la expansión a toda la industria de Honduras.



Ilustración 9 Ejemplo de techo Embotelladora de Sula.

Fuente (Smartsolar departamento de operaciones.)

Actualmente se han generado movimientos de conciencia ambiental, que han fortalecido el aspecto tecnológico para la mitigación de los daños causados a nuestro planeta, permitiendo implementar estos proyectos a nivel residencial,

aportando a la mitigación de los gastos generados en el hogar y aportando al medio ambiente.

Beneficios Ambientales

El sistema solar producirá 4,252,423 kWh/año, los cuales equivalen a:

Reducir
3,104,469
lbs de CO2/año



Dejar de Manejar
un Carro Por
7,426,960 km/año



Sembrar
4,704 árboles/año



Ilustración 10 Beneficios ambientales con sistema fotovoltaico

Fuente (Smartsolar departamento de operaciones.)

Los sistemas fotovoltaicos, han tenido un crecimiento en forma potencial y ha permitido alcanzar nuevas formas de generación de energía por medio de los micro inversores, los cuales vienen a relevar el concepto establecido como prácticos, convirtiendo a los mismo en antiguos, abriendo la brecha para que toda la sociedad pueda utilizarlo en sus residenciales, de acuerdo con su capacidad económica y exigencias.



Ilustración 11 Instalación en residencia por parte de Smartsolar.



Ilustración 12 Proyecto residencial terminado por parte de Smartsolar.

Fuente (Propias.)

5.2 SISTEMA PROPUESTO

Vivimos bajo el sol, pero la mayor parte de la energía ha estado proviniendo del subsuelo. Por medio de Enphase hace posible las instalaciones fotovoltaicas seguras y fiables que captan más energías del sol con sus sistemas de micro inversores. Uno de los mayores problemas de los sistemas fotovoltaicos los podemos resolverlo por medio de los micro inversores IQ6 y IQ6+. Este inversor es global, el cual se puede configurar para que funcione con diferentes redes eléctricas efectuando ligeros cambios en el software y se pueden transmitir de forma inalámbrica al producto al instalarlo. Con 10 años de garantía contra defectos de fábrica.

Los inversores son esenciales en cualquier sistema fotovoltaico solar; convierten la corriente DC generada por los módulos solares en corriente CA de gran calidad para suministrarla a la red eléctrica e incluye un software para controlar los puntos de máxima energía y optimizar la generación de corriente. Se considera que los inversores son los cerebros de los sistemas fotovoltaicos solares y han evolucionado de los inversores convencionales a los micro inversores el cual es la última generación de esta tecnología. Cuentan con conexión a internet vía ethernet y wifi ya integrados.

Constan de núcleo de ferrita integrado el cual se usa para la regulación de los problemas de comunicación vía ethernet. Este núcleo se instala cuando se quiere realizar conexión a internet hacia el Envoy con cable ethernet, por lo que se posiciona en el cable de comunicación a internet, con esto reduciendo los problemas de internet.

La utilización de inversores convencionales con módulos solares conectados en serie puede degradar el rendimiento de todo el sistema fotovoltaico solar si alguno de los módulos está parcialmente en sombra a causa de árboles, chimeneas, residuos o variaciones del módulo que esto ocasiona un efecto domino.

Los inversores utilizan una app llamado "Movil Enphase Installer Toolkit" necesario para que el sistema pueda operar correctamente, prácticamente es una herramienta para el instalador. Consta con las siguientes funciones:

- Puesta en marcha del sistema
- Registrar el sistema en Enlighten
- Construir el arreglo virtual
- Asignar perfiles de red
- Activar CT's de medición

Enphase pone a disposición de los instaladores y del cliente final tres aplicaciones para uso cotidiano, las cuales brindan ayuda a facilitar los procesos del arranque del sistema y del monitoreo.

Enlighten Manager es una de las aplicaciones para el instalador y sirve para que pueda visualizar todas las instalaciones que se han hecho.

My Enlighten es la aplicación para el usuario final (el cliente), con ella podrá monitorear su sistema.

Enphase installer toolkit es la aplicación que sirve para el arranque y alta de un nuevo sistema, prácticamente la herramienta más importante para el instalador.

Todas estas aplicaciones son gratuitas y compatibles con diferentes plataformas móviles.

Los micro inversores equipados con control de los puntos de máxima energía, están conectados en paralelos con módulos individuales lo que permite un rendimiento óptimo de cada módulo. Como resultado, se maximiza la captación de energía eléctrica para todo el sistema fotovoltaico solar sin efecto domino.

El concepto de micro inversores no es nuevo pero su aplicación comercial ha estado limitada debido a lagunas tecnológicas en rendimiento, fiabilidad, vida útil

y costos. Por medio del micro inversor IQ6, solucionamos estos problemas teniendo tres atributos claves:

- Topología resistente.
- Línea de componentes de alta fiabilidad y resistencia a altas temperaturas.
- Técnica única de almacenamiento de energía que permite el uso de condensadores de película fina de larga duración en vez de condensadores electrolíticos de vida limitada.

Este diseño permite que el micro inversor rinda con eficiencia de primera clase que operan a pleno rendimiento en condiciones del mundo real con una gama de temperatura ambiente de menos 40 a 85 grados centígrados, la misma especificación que los módulos con los que están conectados.

Los micro inversores están expuestos a condiciones medioambientales muy duras, igual que los módulos fotovoltaicos a los que están conectados y por eso tienen la tendencia de fallar.

A medida que pasa el día, se generan sombras que se pueden proyectar sobre los paneles del sistema solar. Si estos módulos están conectados en serie a través de un inversor convencional el resultado sería una reducción significativa del todo el rendimiento de todo sistema fotovoltaico. No obstante, con el micro inversor instalado en la parte posterior de cada módulo solar conectado en paralelo el impacto negativo de esta sombra se limita al módulo en sombra y se maximiza la captación de energía.

En comparación con los inversores convencionales el sistema de micro inversores reduce mucho el tiempo y esfuerzo necesario para planificar e instalar los sistemas fotovoltaicos solares en los tejados de los edificios comerciales y residenciales, también mejora la seguridad para los operadores y propietarios del sistema ya que elimina los cables de alta tensión DC.

Todos estos dispositivos, son fácil de configurar e acoplar a diferentes módulos y sistemas de medición remota por medio de plataformas existentes según sea el fabricante de esta tecnología, ellos se pueden instalar en las barras de instalación externa bajo los módulos, y dentro de poco formaran parte de los paneles como medida de mejora de mercado, esto dará más rentabilidad y sencillez al instalar, otorgando la opción de conectarlo a la red por medio de una alimentación integrada para un monitoreo en tiempo real, trasmitiendo el rendimiento de los paneles a las aplicaciones disponibles para el uso de los instaladores y propietario del sistema, esta exacta información detalla los módulos que tienen problemas y minimiza el tiempo para poder resolver los problemas rápidamente y tener siempre el sistema operando a su máxima capacidad, durante toda su vida útil.

Esto permitirá transformar el modelo económico de la energía solar para permitir que los tejados de los edificios comerciales y residenciales se conviertan en una fuente de energía rentable, limpia, fiable y de alta calidad, todo ello de la fuente de energía renovable más extendida en el mundo, El sol.

Comparativas importantes

Características	Inversor Central	Micro inversor
Garantía de manufactura	5 años	10 años
Garantía de producción	No hay	25 años
MPPT (máxima producción de energía por modulo solar)	No	<u>Si</u>
Falla el inversor y la planta solar deja de funcionar	Si	No
Instalación fácil y sencilla	No	Si
Requiere cable especial que incrementa el costo de instalación	Si	NO
Eficiencia	95.2%	95.5%
Voltaje de operación	150 v	22 v
Produciendo aun con sombreado parcial en la superficie de panel	No	Si
¿Si en el futuro quisiera aumentar la capacidad de mi planta solar es fácil su crecimiento?	No	Si
Precio	1000 USD/Kwp	1900 USD/Kwp

IV. CONCLUSIONES

En este capítulo podrán encontrar las conclusiones, cumpliendo con los objetivos y respuestas a las preguntas de investigación establecidas en el capítulo dos.

6.1 CONCLUSIÓN GENERAL

Por medio de la experiencia obtenido en el desarrollo de este proyecto, podemos observar que la implementación de este tipo de tecnología aplicada a nivel residencial tiene un beneficio directo sobre la economía, eliminando la dependencia del suministro público y estableciendo una tarifa fija durante el tiempo de retorno de inversión al cliente, siendo el mismo de mucho beneficio para los compradores.

El empuje tecnológico ha permitido desarrollar maneras más efectivas y duraderas en el ámbito de generación energética, en este caso el empleo de micro inversores tendrá un impacto negativo al aspecto financiero, pero sus características técnicas otorgan un sistema más flexible y versátil a la hora de producir electricidad, siendo el tiempo el que determinará qué tan pronto será el momento de auge de esta forma de captación y producción energética.

6.2 CONCLUSIONES ESPECIFICA

- Mediante los datos recolectados en el levantamiento, se logró desarrollar un diseño de calidad y de altos rendimiento, dando importancia a cada uno de los datos que se encuentran en el campo, percibiendo un resultado que rebasa lo esperado.
- Se instalo un total de 18 módulos solares sobre el techo de esta residencial otorgando más de 5 kilowatt de potencia instalada por medio de un inversor central, operando en la actualidad en óptimas condiciones y a su vez inyectando a la red el excedente de forma segura.

- Se implemento la propuesta de mejora del sistema fotovoltaico con un inversor central, por el factor económico no se utilizó los micro inversores por cada módulo.

VI. RECOMENDACIONES.

Antes de finalizar se sugiere algunas recomendaciones en base a los resultados y a las conclusiones que se encontraron luego del presente estudio.

7.1 A LA EMPRESA

- Realizar un proyecto piloto con micro inversores a baja escala, para establecer los valores en tiempo y aplicación de todas las fases del proyecto, para evaluar si es factible para la empresa la implementación de esta tecnología que es una herramienta flexible y versátil para los proyectos fotovoltaico a nivel residencial.

7.2 A LA UNIVERSIDAD

- Implementar una materia de instalaciones eléctricas en la carrera de ingeniería en Mecatrónica, de tal manera que se esta sea una fortaleza para los estudiantes de esta carrera.

VII. ANEXO



Ilustración 13 Área designada para la instalación del inversor central

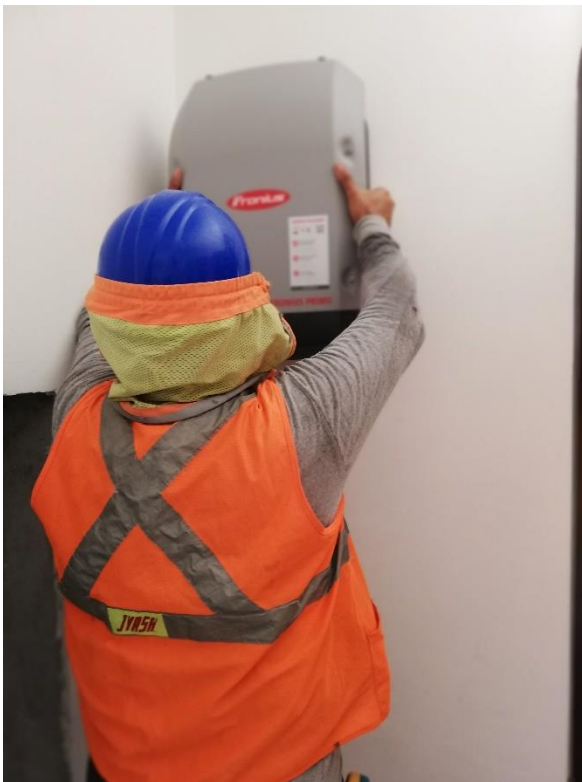


Ilustración 14 Ensayo e instalación inicial del inversor central de 5 kW.



Ilustración 15 Anclaje al techo e instalación de módulos fotovoltaicos.



Ilustración 16 Interconexión del sistema fotovoltaico a la red.

Fuentes (Propias)

BIBLIOGRAFIA

- Carta Gonzalez, J. A., Calero Perez, R., Colmenar Santo, A., Castro Gil, M. A., & Collado Fernandez, E. (2013). *Centrales de energias renovables*. Madrid: Pearson Education, S.A.
- Granite Chief Solar. (s.f.). Granite Chief Solar. Obtenido de www.granitechiefmexico.com
- (2002). *Energia Solar Fotovoltaica*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros.
- Garcia Villas, M. (1999). *Energia Solar fotovoltaica y cooperacion para el desarrollo*. Madrid: IEPALA Editorial.
- Churchill, W. (s.f.). *Lifeder*. Obtenido de www.lifeder.com
- Dicaprio, L. (Septiembre de 2014). Discurso sobre el cambio climatico. (ONU, Entrevistador)
- Mendez Muñiz, J. M., & Cuervo Garcia, J. (s.f.). *Energia Solar Termica*. Madrid: ECA Instituto de Tecnologia y Formacion S.A.U.
- Franklin, B. (1790). *Citas y Proverbios*. Obtenido de www.citasyproverbios.com
- Gorbanchev, M. (2002). *Expoknews*. Obtenido de www.expoknews.com
- Hubbard, E. (s.f.). *Lifeder*. Obtenido de www.lifeder.com
- Poggi Viraldo, H. M., Martinez Reyes, A., Pineda Cruz, J. A., & Caffarel Mendez, S. (2009). *Tecnologias Solar-Eolica-Hidrogeno-Pilas de combustible como fuentes de energia Primera Edicion*. Mexico: Tecnologico de Estudios Superiores Ecatepec.
- Roldan Viloría, J. (2008). *Instalaciones fotovoltaicas. Consejos para economizar energia*. Madrid: Learning Paraninfo, S.A.
- Roldán Viloría, J. (2010). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Madrid: Editorial Paraninfo, S.A 1ra Edicion.
- Luther King, M. (s.f.). *Biografia*. Obtenido de www.proyectobassari.com
- Sentencia, M. (s.f.). *Mansunides*. Obtenido de www.mansunides.org
- Steinbeck, J. ((1902-1968)). *Proverbios*. Obtenido de www.proverbios.com
- WWF. (s.f.). *Granite Chief Solar*. Obtenido de www.granitechiefmexico.com
- Rufes Martinez, P. (2010). *Energia Solar Termica*. Barcelona: Marcombo, S.A.

