

CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO

CEUTEC

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**GESTIÓN TÉCNICA DE VENTANAS FOTOVOLTAICAS PARA LA
COMERCIALIZACIÓN DE PROYECTOS EN EDIFICACIONES DEL
DISTRITO CENTRAL, HONDURAS**

SUSTENTADO POR

VÍCTOR ANDRÉS EUCEDA FLORES 11211125

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA**

TEGUCIGALPA

HONDURAS, C.A.

ENERO, 2021

GESTIÓN TÉCNICA DE VENTANAS FOTOVOLTAICAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE PROYECTOS EN EDIFICACIONES DEL DISTRITO CENTRAL, HONDURAS

VÍCTOR ANDRÉS EUCEDA FLORES

RESUMEN

La energía eléctrica es uno de los recursos de gran interés en el mundo, por su gran aporte al desarrollo, pero es importante tener en cuenta que la producción de energía eléctrica conlleva una gran responsabilidad hacia el medio ambiente, es por ello que las energías renovables han tenido un gran auge, una de esas energías es la energía solar, que aprovecha en gran medida los rayos UV y la radiación solar para producir energía eléctrica, comúnmente utiliza módulos o paneles solares, que suelen colocarse en las terrazas de los edificios para aprovechar mejor la radiación solar, pero en ocasiones la instalación de estos módulos es difícil, ya sea por una base o techo en mal estado que imposibilita la instalación de los paneles, también porque no hay forma de que estén orientados hacia el sur o el simple hecho de que existan sombras que afecten la generación de energía solar. Debido a este tipo de complicaciones que pueden presentarse en ciudades con muchas edificaciones y poco espacio, se propuso la implementación de ventanas solares para el desarrollo de proyectos de energías renovables, ya que estas se pueden instalar en fachadas ventiladas, muros cortina, ventanas fijas, marquesina, etc. Y sería una solución confiable al problema antes mencionado.

Palabras clave: Rayos UV, radiación, energía renovable, módulos solares, ventanas solares.

**GESTIÓN TÉCNICA DE VENTANAS FOTOVOLTAICAS PARA
LA COMERCIALIZACIÓN DE PROYECTOS EN
EDIFICACIONES DEL DISTRITO CENTRAL, HONDURAS**

VÍCTOR ANDRÉS EUCEDA FLORES

ABSTRACT

Electric energy is one of the resources of great interest in the world, due to its great contribution to development, but it is important to bear in mind that the production of electric energy carries a great responsibility towards the environment, which is why renewable energies have had a great boom, one of those energies is solar energy, which largely takes advantage of UV rays and solar radiation to produce electrical energy, commonly uses solar modules or panels, which are usually placed on the terraces of buildings to take advantage solar radiation is better, but sometimes the installation of these modules is difficult, either due to a base or roof in poor condition that makes it impossible to install the panels, also because there is no way that they are oriented to the south or the simple fact that there are shadows that affect the generation of solar energy. Due to this type of complications that can occur in cities with many buildings and little space, the implementation of solar windows was proposed for the development of renewable energy projects, since these can be installed on ventilated facades, curtain walls, fixed windows, marquee, etc. And it would be a reliable solution to the aforementioned problem.

Keywords: UV rays, radiation, renewable energy, solar modules, solar windows.

ÍNDICE

I	INTRODUCCIÓN.....	1
II	OBJETIVOS.....	3
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	3
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
III	MARCO CONTEXTUAL	4
3.1	GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	4
3.1.1	Historia.....	4
3.1.2	Misión.....	4
3.1.3	Visión	4
3.1.4	Valores.....	4
3.1.5	Nuestros principios.....	5
3.2	DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO.....	5
3.3	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	6
3.3.1	Planteamiento del problema	6
3.3.2	Justificación.....	7
IV	MARCO TEÓRICO.....	8
4.1	RADIACIÓN SOLAR.....	8
4.2	ENERGÍA SOLAR.....	9
4.3	SISTEMA FOTOVOLTAICO	12
4.4	ELEMENTOS DE UNA ISF.....	16

4.5	VENTANAS SOLARES	17
4.5.1	Costos de las ventas solares.....	18
4.5.2	Instalación de las ventanas solares	18
V	METODOLOGÍA	19
5.1	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	19
5.1.1	Observación directa	19
5.2	FUENTES DE INFORMACIÓN	19
5.2.1	Fuentes primarias.....	19
5.2.2	Fuentes secundarias	20
5.3	CRONOLOGÍA DE TRABAJO.....	20
5.3.1	Tabla de actividades	20
5.3.2	Diagrama de Gantt.....	3
VI	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO	3
6.1	SISTEMA FOTOVOLTAICO CON VENTANA SOLAR.....	3
6.2	VENTAJAS	3
6.3	DESVENTAJAS.....	4
6.4	DESARROLLO	4
6.4.1	Análisis de las cargas eléctricas para los sistemas fotovoltaicos.....	6
6.4.2	Simulación de la instalación del sistema fotovoltaico en red.....	7
6.4.3	Análisis de las cargas para las ventanas fotovoltaicas.....	11
6.4.4	Simulación de una instalación de ventana fotovoltaica..	Error! Bookmark not defined.

VII	CONCLUSIONES	14
VIII	RECOMENDACIONES	14
IX	BIBLIOGRAFÍA	15
X	ANEXOS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN IV.1	RADIACIÓN DIRECTA, DIFUSA Y REFLEJADA.....	8
ILUSTRACIÓN IV.2	CENTRAL TÉRMICA SOLAR CON TORRE CENTRAL.	9
ILUSTRACIÓN IV.3	SISTEMA CONECTADO A RED.	10
ILUSTRACIÓN IV.4	SISTEMA FOTOVOLTAICO CON INYECCIÓN A RED.	
	11
ILUSTRACIÓN IV.5	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AUTÓNOMA.	11
ILUSTRACIÓN IV.6	DADOS PARA SOPORTE DE PANELES SOLARES.....	13
ILUSTRACIÓN IV.7	PANELES INSTALADOS EN DADOS.	13
ILUSTRACIÓN IV.8	SISTEMA PARA BOMBA SUPERFICIAL.	14
ILUSTRACIÓN IV.9	SISTEMA DE POZO CON BOMBA SOLAR.....	15
ILUSTRACIÓN IV.10	ELEMENTOS DE UNA ISF.....	16
ILUSTRACIÓN IV.11	INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES PARA UN ISF.	
	17
ILUSTRACIÓN IV.12	TIPOS DE VIDRIOS PARA VENTANAS SOLARES.	18
ILUSTRACIÓN IV.13	SISTEMA DE VENTANA SOLAR.	19
ILUSTRACIÓN VI.1	FACTURA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL LUGAR DE LA SIMULACIÓN.	5

ILUSTRACIÓN VI.2 IMAGEN DEL ESCENARIO CON UNA INSTALACIÓN DE 6 MÓDULOS.....	7
ILUSTRACIÓN VI.3 PANEL SOLAR AXITEC AXIPREMIUM X HC AC-410MH/144S.....	8
ILUSTRACIÓN VI.4 INVERSOR FRONIUS SYMO.	9
ILUSTRACIÓN VI.5 CABLEADO PARA INSTALACIONES.....	9
ILUSTRACIÓN VI.6 ESTRUCTURA PARA PANELES SOLARES.....	10
ILUSTRACIÓN VI.7 FACHADA DONDE SE COLOCARÁ LAS VENTANAS SOLARES.	13

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA IV.1.....	14
TABLA IV.2.....	15
TABLA VI.1.....	6
TABLA VI.2.....	6
TABLA VI.3.....	6
TABLA VI.4.....	11
TABLA VI.5.....	11
TABLA VI.6.....	12
TABLA VI.7.....	12
TABLA VI.8.....	12
TABLA VI.9.....	13
TABLA VI.10.....	13

GLOSARIO

AGM: Absortion Glass Material (Material de vidrio de absorción).

Distrito Central D.C.: Tegucigalpa y Comayagüela.

IBS: Innovative Business Solutions (Soluciones Empresariales Innovadoras).

Impp: Nominal Current (Corriente nominal).

Isc: Short Circuit Current (Intensidad en cortocircuito).

ISF: Instalación Solar Fotovoltaica.

kWh/m²: kilo Watts-hora por metro cuadrado.

kWh: kilo Watts hora.

kWp: kilo Watt pico.

MPPT: Maximum Power Point Tracking (seguidor punto de máxima potencia).

Normativa CE: Conformité Européenne (Conformidad Europea).

Normativa UL: Underwriters Laboratories.

PV: Fotovoltaico.

Pmpp: Nominal Output (Potencia nominal).

S.P.S: San Pedro Sula.

Vmpp: Nominal Voltage (Tensión nominal).

Voc: Open Circuit Voltage (Tensión en circuito abierto).

VSAT: Very Small Aperture Terminal (Terminal de Apertura Muy Pequeña).

VRLA: Valve Regulated Lead Acid (Ácido reguladas por válvulas).

Wh: Watts hora.

W/m²K: Watt por metro cuadrado por Kelvin.

I INTRODUCCIÓN

La importancia hoy en día de la energía renovable está alcanzando niveles bastantes altos, ya que han tenido un crecimiento importante a nivel mundial, tanto como la energía hidroeléctrica y como la eólica, la energía solar se mete de lleno como una solución importante para resolver problemas ya sea de manera aislada de la línea comercial de electricidad, como la que se fusiona con la red de energía eléctrica.

Una de las problemáticas que se observó de los paneles solares, es que el lugar a instalarse debe de estar reforzado, debe de tener orientación al sur y el menor posible porcentaje de sombra, ya que con esas limitantes es imposible colocar un sistema fotovoltaico con módulos solares.

Por estas razones se propuso implementar una opción de sistema fotovoltaico con ventanas fotovoltaicas para el desarrollo de proyectos de energía renovable en Innovative Business Solutions IBS para oficinas centralizadas del Distrito Central, Honduras, para poder obtener un resultado favorable en cuestión de economía, ya que servirá como alternativa comercial para la empresa.

Esta investigación surge por medio de la observación del entorno de la empresa Innovative Business Solutions IBS, Tegucigalpa Honduras, y de la falta de opciones a la hora de resolver la problemática que tienen los módulos solares en el aspecto de sombras, estructuras y ubicación.

La información que está contenida en esta investigación es la siguiente:

Capítulo II – Objetivos: Se plantean los objetivos que se esperan alcanzar con la investigación, tanto de una manera general, como de manera específica para poder responder las preguntas primarias y secundarias de la investigación.

Capítulo III – Marco Contextual: Se coloca la información general de la empresa, así como también el área donde se realizará la investigación.

Capítulo IV – Marco Teórico: Aquí se coloca toda la información que fundamenta la investigación con una aglomeración de pensamientos, procedimientos, ideas y teorías que sirvieron para llevar a cabo la investigación, siendo respaldado por distintas fuentes bibliográficas que ayudaron a darle forma y validez a la investigación.

Capítulo V – Metodología: Describe como se realizó la investigación, elaborando el instrumento a utilizar y las fuentes primarias y secundarias que se utilizaron para el trabajo, así como también la cronología y tabla de actividades realizadas.

Capítulo VI – Descripción del trabajo: En este capítulo se describe cómo funciona el trabajo realizado, aquí es donde se analiza si la investigación es factible o no para su elaboración.

Capítulo VII – Conclusiones: Se concluye la investigación dando una lista del análisis previo de la investigación.

Capítulo VIII – Recomendaciones: Se elaboraron las recomendaciones de la investigación, las cuales son una opción viable para solucionar de manera más adecuada la problemática planteada.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Desarrollar una gestión técnica de ventanas fotovoltaicas para la comercialización de proyectos en edificaciones del Distrito Central, Honduras, del mano de Innovative Business Solutions IBS.

2.2 Objetivos Específicos

- Comparar esta tecnología con los módulos fotovoltaicos, para poder observar su alcance de comercio.
- Sugerir una optativa de tecnología fotovoltaica para el comercio de energías renovables en el Distrito Central de la mano de IBS.
- Especificar en qué circunstancias, esta tecnología tiene un mayor rendimiento técnico en comparación a los módulos fotovoltaicos.
- Relacionar esta tecnología con los módulos solares, para lograr un sistema fotovoltaico más completo.

III MARCO CONTEXTUAL

3.1 Generalidades de la Empresa

3.1.1 Historia

IBS, empresa fundada en 2008, es una compañía que promueve el desarrollo de Proyectos de Eficiencia Energética, Energía Renovable, Bombeo Solar y Soluciones Eco amigables para el Tratamiento de Aguas. Ofrecemos a nuestros clientes productos de la más alta calidad a nivel mundial. Nuestro objetivo es impulsar el desarrollo y crecimiento económico de nuestros clientes, mejorando sus índices de productividad y competitividad a través de las alternativas tecnológicas que ofrecemos (IBS, 2020).

3.1.2 Misión

“Ofrecer soluciones integrales e innovadoras en eficiencia energética, energías renovables y telecomunicaciones con un servicio personalizado, basado en los principios de excelencia y calidad” (IBS, 2020).

3.1.3 Visión

“Alcanzar y mantener el liderazgo en el desarrollo de soluciones y servicios integrales en eficiencia energética, energías renovables y telecomunicaciones manteniendo los más altos estándares de servicio en el cumplimiento de los requerimientos y expectativas de nuestros clientes” (IBS, 2020).

3.1.4 Valores

- Pro Activos.
- Responsables
- Honestidad
- Compromiso

3.1.5 Nuestros principios

- “Tomamos la iniciativa en la búsqueda de oportunidades y el planteamiento de propuestas de proyectos de empleo de energía limpia.
- Nuestra Responsabilidad está comprometida con nuestros empleados, clientes y el medio ambiente.
- No nos conformamos con cumplir la norma, vamos más allá al ofrecerles nuestros servicios que cumplan con sus expectativas.
- Ofrecemos opiniones profesionales veraces, objetivas y cumplimos a cabalidad con los servicios ofrecidos”(IBS, 2020).

3.2 Descripción del Departamento

Departamento de proyectos, se encarga de hacer la visita técnica para la evaluación de las necesidades del cliente, se trata de ayudar en distintas áreas como ser:

“Energía renovable: Desarrollar e implementar proyectos de energía renovable a nivel comercial, así como también en proyectos de mayor envergadura”(IBS, 2020).

“Eficiencia energética: Los productos utilizados no requieren mantenimiento y pueden funcionar incluso cuando llueve”(IBS, 2020).

“Infraestructura y comunicaciones: Se provee servicios de subcontratación, administración de proyectos, soporte técnico y proyectos llave en mano”(IBS, 2020).

“Saneamiento de agua: Se ofrecen soluciones innovadoras con tecnologías verdes para saneamiento, tratamiento y potabilización de agua”(IBS, 2020).

En este caso tomaremos el área de energía renovable, en ella se realiza un estudio de consumo mensual de energía eléctrica en kWh del cliente, para poder determinar cuántos paneles se deben utilizar para abastecer toda la demanda, luego se analiza con orientación al sur la mejor ubicación para la instalación de los paneles solares y

dependiendo de la zona, cuántos paneles es recomendable utilizar, se añade la posibilidad de utilizar banco de baterías o que sea en la red, y se finaliza haciendo el presupuesto para que el cliente tenga al menos dos opciones de instalación.

3.3 Antecedentes del Problema

3.3.1 Planteamiento del problema

IBS es una empresa especializada en la implementación de energías renovables en todo el país, uno de los sistemas más eficientes y utilizados para la producción de energía fotovoltaica son los sistemas de paneles solares, estos ayudan a distintas empresas a poder economizar gastos en energía eléctrica con estos sistemas inteligentes fotovoltaicos, ya que estos pueden reducir el consumo normal de energía e intercambiarlo por el consumo de energía generada de los paneles solares, ayudando así a que el cliente consuma energía que ellos mismos producen con los paneles solares.(IBS, 2020)

Esto ha venido cambiando la forma de consumir y generar energía ya que aparte de ser algo realmente eficiente, también es amigable con el ecosistema y con el ambiente al ser un tipo de energía renovable.

Uno de los factores que pueden complicar la eficiencia y el buen uso de los paneles solares es la limitante de espacio y sombra, ya que estas provocan pérdidas en ámbitos de generación de energía eléctrica, algo que conlleva a que el sistema no logre abastecer completamente un edificio, dando como resultado un costo de electricidad que el sistema no pudo abarcar.

3.3.2 Justificación

El Distrito Central es la ciudad más poblada de Honduras, al contar con Tegucigalpa y Comayagüela, incluso como lo menciona Distrito Central, (2020) “cuenta con una población de 1,259,646 personas la cual está compuesta por 592,559 hombres y 667,087 mujeres. Con una población en el área urbana de 1,143,373 personas y en área rural de 116,273 personas”.

Esto repercute en el desarrollo económico del país ya que como menciona EEH, (2020) “el D.C. tiene una demanda energética en promedio de 112,478,074 kWh al mes”, monto a considerar en la distribución y la relación, generación y compra de energía eléctrica.

Muchas empresas incluso centros educativos dentro del Distrito Central, consumen una gran cantidad de energía eléctrica, situación que los ha llevado a considerar utilizar otros tipos de energía o incluso generación de otro tipo de energía ya sea renovable o no, para lograr abastecer su demanda energética.

El caso de Lady Lee que “está en su tercera fase de planta solares, a nivel centroamericano, en el City Mall de S.P.S instalará 1,741 kWp y en City Mall de Tegucigalpa instalará 1,815 kWp”(Sánchez, 2020).

Otro caso es la granja solar implementada por el Supermercados YIP, que “cuenta con 480 paneles solares que generarán entre 480 y 650 kWp/día”(Editorial Construir, 2015).

El problema radica en que, para lograr instalar los paneles solares para la generación de energía fotovoltaica, existen varios requerimientos que difícilmente todas las empresas podrán cumplir, que son el espacio y la sombra.

Es por ese motivo que esta investigación se centra en buscar una alternativa fotovoltaica para producir energía solar, sin importar si tienen espacio o no para poder generar energía, y es utilizando ventanas solares.

IV MARCO TEÓRICO

4.1 Radiación Solar

Acosta, (2013) afirma que: “La energía solar es la que viene del sol hacia la tierra.

Puede llegar de tres maneras”:

- “Radiación Directa, es la que llega desde el sol, sin que sufra algún desvío en su camino”(Acosta, 2013).
- “Radiación Difusa, es la que sufre cambios en su dirección, principalmente debido a la reflexión y difusión de la atmósfera”(Acosta, 2013).
- “Radiación Reflejada, es la que es incidente, la que capta una superficie por efecto del reflejo con el suelo o cualquier otra superficie. Recibe también el nombre de albedo. La radiación se mide en kWh/m²”(Reader, 2020).

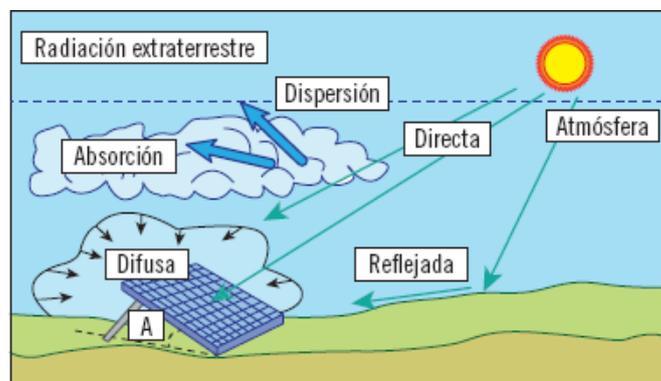


Ilustración IV.1 Radiación directa, difusa y reflejada.

Fuente: <http://reader.digitalbooks.pro>

4.2 Energía Solar

Mheducation, (2020) menciona que: “La energía solar se deriva del sol y se puede aprovechar al transformarla de dos maneras”:

1. **Métodos indirectos:** “La energía que viene del sol en forma de calor se llama energía solar térmica. Este calor puede ser aprovechado y transferido a otros cuerpos mediante colectores térmicos, por ejemplo, los calentadores solares de agua”(Mheducation, 2020).

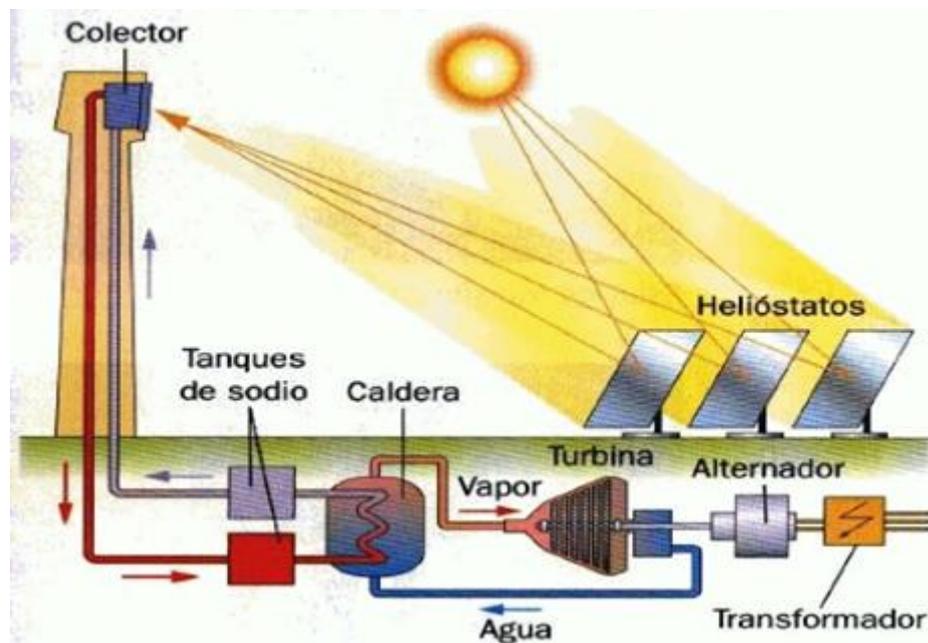


Ilustración IV.2 Central térmica solar con torre central.
Fuente: <https://termosolarbybiomasa.files.wordpress.com>

La torre principal está rodeada por un campo de espejos, llamados heliostatos, estos son los que concentran la energía solar en un determinado punto de la torre, donde se encuentra la caldera de la instalación.

Los heliostatos están formados por un conjunto de espejos que se mueven por dos ejes, para lograr reflejar en la superficie los rayos solares que llegan a ellos, logrando con esto eliminar el efecto del movimiento de la tierra durante las horas de sol.

El transformador, alternador, la turbina de vapor y la caldera es el equivalente a una central térmica de combustible fósil. El transformador se encarga de la tensión producida, para que pueda conectarse a la red. El alternador o en otros casos generador es el encargado de producir la electricidad que pasará a la red eléctrica. La turbina o motor es el encargado de producir el vapor de agua que moverá el generador. En la caldera se calienta el fluido con el que trabaja la central.

Los tanques de sodio sirven para almacenar el calor, para que la central pueda funcionar también de noche. El fluido frío sube hasta el receptor, donde es calentado por los rayos solares.

2. **Métodos directos:** “La energía del sol que se utiliza para producir electricidad se la llama energía solar fotovoltaica. Para transformarla en energía eléctrica se utilizan los módulos o paneles fotovoltaicos”(Mheducation, 2020).

Dentro de los métodos directos tenemos:

- a) Sistema conectado a red.

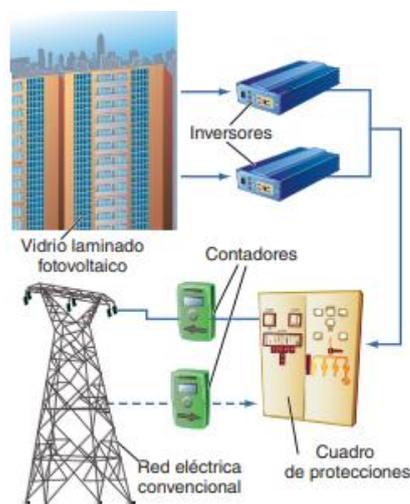


Ilustración IV.3 Sistema conectado a red.

Fuente: <https://www.mheducation.es>

En los edificios que tienen instalaciones solares conectadas a la red, la energía producida por ellas que no es consumida directamente, es vendida a la red eléctrica al

precio fijado para tales instalaciones. Por eso en estas instalaciones siempre aparecen dos contadores, uno para la energía producida, y otro para la energía que se consume en el edificio.



Ilustración IV.4 Sistema fotovoltaico con inyección a red.

Fuente: <https://www.quotatis.es>

b) Instalación fotovoltaica autónoma.

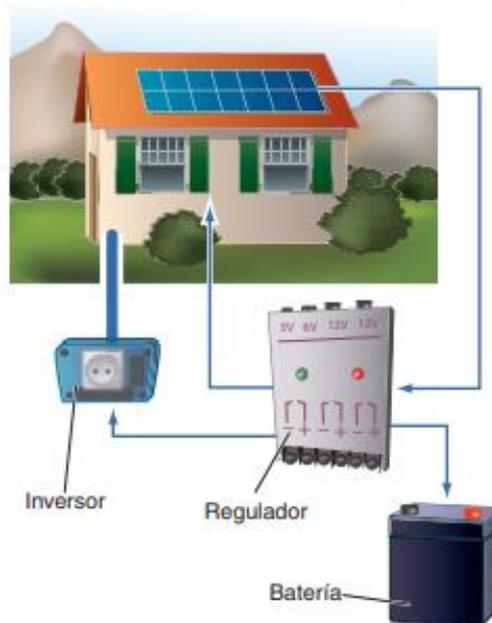


Ilustración IV.5 Instalación fotovoltaica autónoma.

Fuente: <https://www.mheducation.es>

Instalación solar autosuficiente, la vivienda no tiene que estar conectada a la red, produciendo por sí sola la electricidad necesaria para su consumo, utilizando un banco de baterías para poder almacenar la energía producida.

4.3 Sistema Fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de componentes que tienen como función captar la energía del sol o energía solar y transformarla en energía eléctrica. A este proceso se le llama efecto fotovoltaico.

Esta energía eléctrica obtenida del sol o energía fotovoltaica es almacenada en banco de baterías y puede ser utilizada para iluminar las viviendas, encender focos, utilizar aparatos como radios y televisores, y aprovechar aparatos electrodomésticos de bajo consumo.

Cuando este sistema se utiliza con bancos de baterías, es para producir energía fotovoltaica en lugares donde no hay acceso a las redes eléctricas convencionales.

Según menciona Mheducation esta energía también puede ser utilizada para:

- **Bombeo de agua:** “Estas instalaciones están pensadas para lugares tales como granjas, rancho, etc. Se pueden realizar en cualquier lugar. Su uso puede ser tanto para agua potable como para riego”(Mheducation, 2020).
- **Telecomunicaciones:** “Telefonía rural, vía radio; repetidores (de telefonía, televisión, etc.)”(Mheducation, 2020).
- **Alumbrado público:** “Se utiliza en zonas en las que resulta complicado llevar una línea eléctrica convencional”(Mheducation, 2020).
- **Señalización:** “Se aplica, por ejemplo, a señales de tráfico luminosas, formadas por diodos LED, alimentados por un panel solar y una batería”(Mheducation, 2020).
- **Electrificación de zonas rurales y aisladas:** “Estas instalaciones, que se pueden realizar en cualquier lugar, están pensadas para países y regiones en desarrollo y todas aquellas zonas en que no existe acceso a la red eléctrica comercial”(Mheducation, 2020).

- **Redes VSAT:** “Redes privadas de comunicación que actúan a través de satélite. La energía solar se utiliza para alimentar las estaciones de la red”(Mheducation, 2020).
- **Telemetría:** “Permite realizar medidas sobre variables físicas, y transmitir la información a una central”(Mheducation, 2020).



Ilustración IV.6 Dados para soporte de paneles solares.
Fuente: (IBS, 2020)



Ilustración IV.7 Paneles instalados en dados.
Fuente: (IBS, 2020)

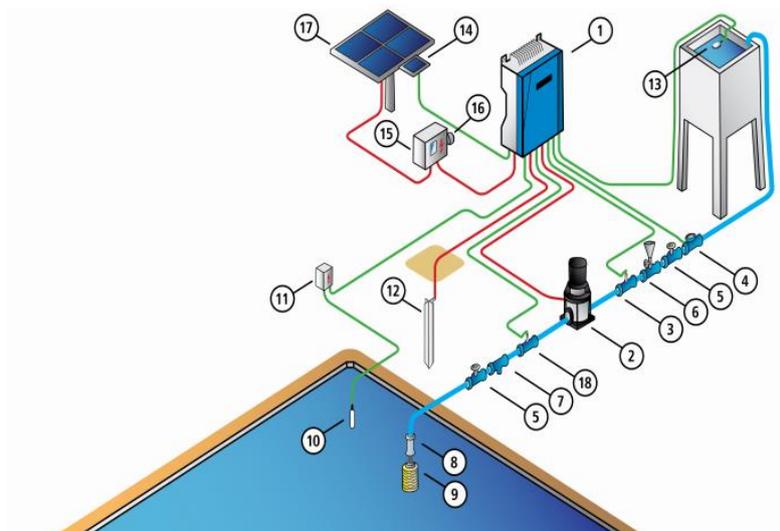


Ilustración IV.8 Sistema para bomba superficial.
Fuente: (IBS, 2020)

Tabla IV.1

Componentes del sistema para bomba superficial.

Componentes del Sistema	
1) Controlador PS2.	2) Bomba de superficie.
3) Sensor de presión.	4) Medidor de agua.
5) Válvula de compuerta.	6) Relleno.
7) Colador.	8) Válvula de retención.
9) Jaula de filtro.	10) Interruptor de flotador para sonda de pozo.
11) Protector contra sobretensiones.	12) Varilla de puesta a tierra.
13) Interruptor de flotador.	14) Interruptor de sol.
15) Desconexión PV.	16) Protector contra sobretensiones relámpago
17) Generador PV.	18) Válvula sencilla.

Muestra los componentes necesarios para poder instalar un sistema para bomba superficial.
Fuente: Elaboración propia.

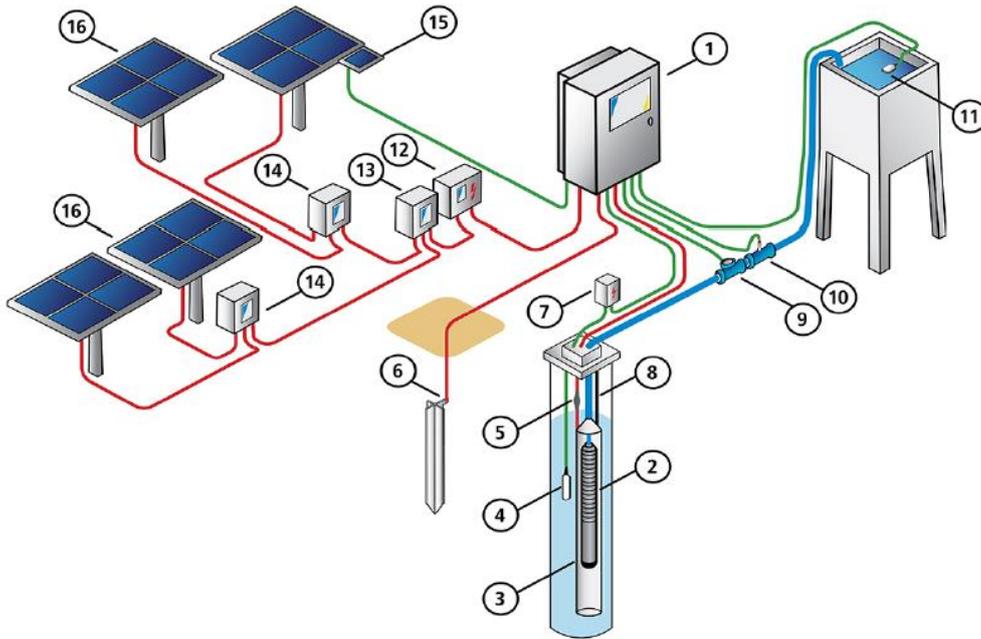


Ilustración IV.9 Sistema de pozo con bomba solar.
Fuente: (IBS, 2020)

Tabla IV.2

Componentes del sistema para bomba sumergible.

Componentes del Sistema	
1) Controlador PSk2.	2) Bomba sumergible
3) Tubo de reposo.	4) Sonda de agua de pozo.
5) Kit de empalme de cables.	6) Varilla de puesta a tierra.
7) Protector contra sobretensiones.	8) Cuerda de seguridad.
9) Medidor de agua.	10) Sensor de presión.
11) Interruptor de flotador.	12) Protector de PV.
13) Combinador PV.	14) Desconexión PV.
15) Módulo PV para interruptor solar.	16) Generador PV.

Muestra los componentes necesarios para poder instalar un sistema para bomba sumergible.
Fuente: Elaboración propia.

4.4 Elementos de una isf

De manera general, una instalación solar fotovoltaica se ajusta a un esquema como el mostrado en la ilustración 10.

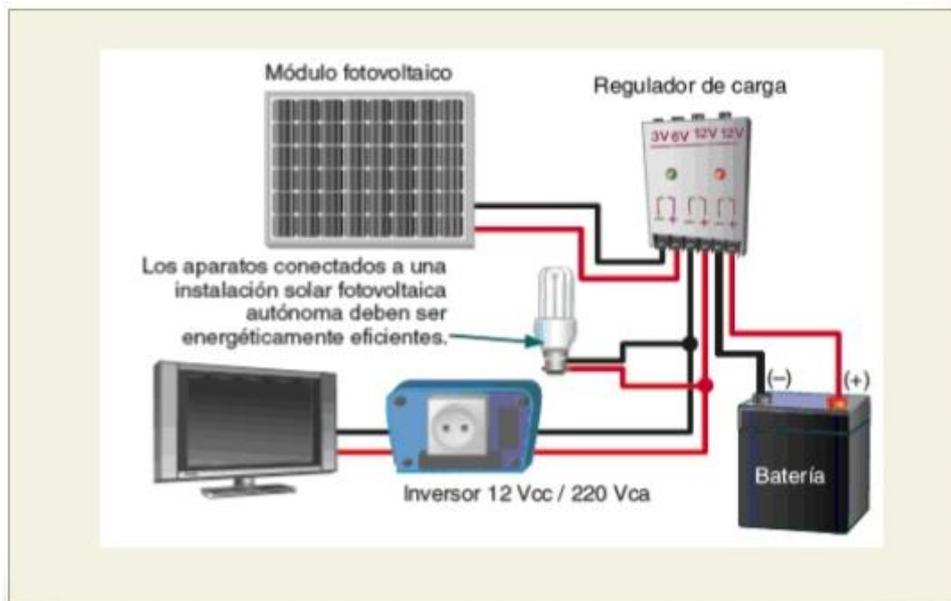


Ilustración IV.10 Elementos de una ISF.
Fuente: <https://es.slideshare.net>

El módulo fotovoltaico es el elemento principal de la instalación. Convierte la energía del sol en energía eléctrica. Está formado por diversos paneles, para aplicar a la instalación la potencia necesaria.

El regulador de carga es el puente que hay entre los paneles solares y los elementos de consumo de la instalación. Se encarga también de proteger a los acumuladores ante sobrecargas. Proporciona a su salida la tensión continua para la instalación. También fija el valor de la tensión nominal a la que trabaja la instalación.

La batería o bancos de baterías, solo presente en instalaciones autónomas. Proporcionan energía a la instalación durante los periodos sin luz solar o sin suficiente luminosidad. Acumulan energía para la instalación.

El inversor 12 Vcc / 220Vca convierte la corriente continua del sistema en corriente alterna, a 220 V de valor eficaz y frecuencia de 50Hz, igual a la de la red eléctrica. Alimenta los aparatos que trabajan con corriente alterna.



Ilustración IV.11 Instalación de paneles solares para un ISF.
Fuente: <https://www.quotatis.es>

4.5 Ventanas solares

Las ventanas fotovoltaicas o ventanas solares, son aquellas que pueden generar energía aprovechando las ondas infrarrojas y ultravioletas de la luz solar. Sus cristales son completamente transparentes y semejantes a cualquier cristal común, pero con la diferencia que estos producen energía eléctrica natural y limpia.

Las ventanas solares están fabricadas con una capa fotovoltaica que se genera con carbón, nitrógeno, oxígeno y otros elementos, que crean una capa activa que absorbe la luz y la aprovecha para generar energía. Gracias a una serie de conductores, esta energía es transportada a unas baterías integradas a la propia ventana. Estas baterías también podrán ir conectadas con la red de electricidad de la propia vivienda para aprovechar esta energía natural. (Quotatis, 2020)

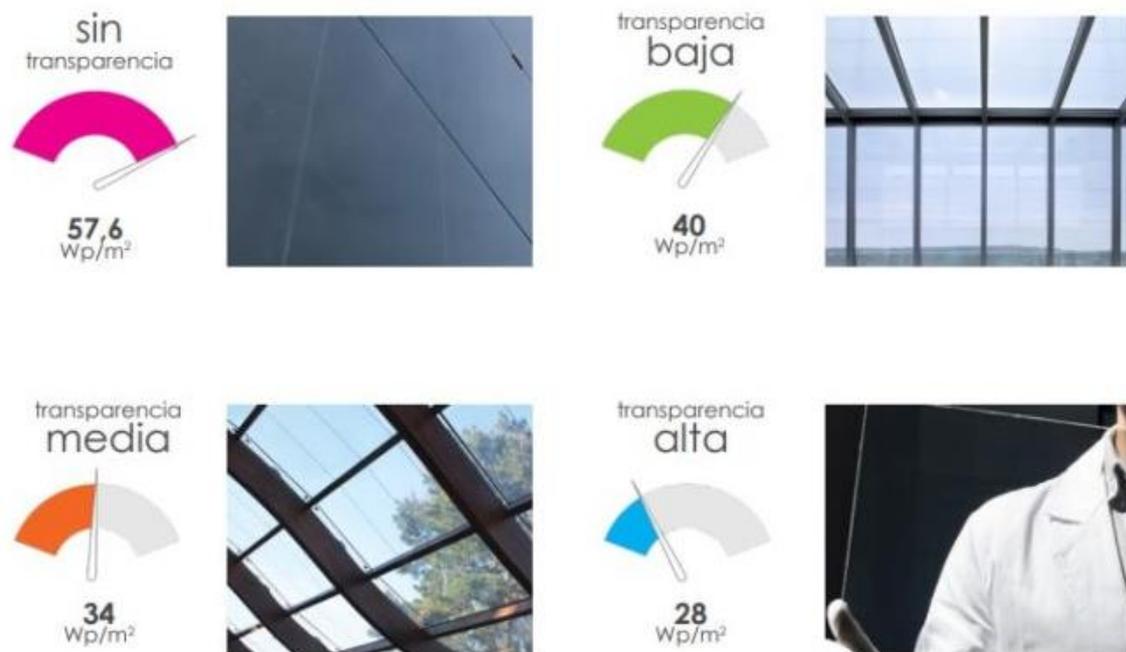


Ilustración IV.12 Tipos de vidrios para ventanas solares.
Fuente: <https://ovacen.com/>

Existen modelos que pueden variar la transparencia de su cristal en función de la luz que reciben, esto para tener una mayor capacidad de aprovechar la energía solar. Se le conocen como termo cromático y se califican como ventanas inteligentes.

4.5.1 Costos de las ventas solares

“El coste aproximado de una ventana solar siempre dependerá de sus dimensiones; pero normalmente rondarán los precios de 200 € hasta los 450 €, dependiendo del modelo seleccionado”(Quotatis, 2020).

4.5.2 Instalación de las ventanas solares

La instalación de una ventana fotovoltaica es completamente similar a la de cualquier ventana común. La única diferencia que las separa es el hecho de que la ventana solar tendrá que colocarse en zonas en las que exista una buena iluminación solar para tratar de aprovechar al máximo su rendimiento.

También podrán existir variaciones al poder conectar las baterías de las ventanas solares con la red eléctrica de la vivienda, por lo tanto, también se deberá realizar esa instalación.



Ilustración IV.13 Sistema de ventana solar.
Fuente: www.ecosolaresp.com

V METODOLOGÍA

5.1 Técnicas e instrumentos aplicados

5.1.1 Observación directa

Se logró observar que le empresa IBS, cuenta con una cantidad considerable de proyectos de sistemas fotovoltaicos, y que, en estos en algunos casos, la instalación de paneles solares se miraba limitada por ciertos factores, es por ese motivo que esta investigación se centró en darle una opción a dichas instalaciones y lograr así tener una solución a la problemática de las limitantes de los paneles solares.

5.2 Fuentes de información

5.2.1 Fuentes primarias

El elemento utilizado para la implementación del proyecto de investigación fue, la investigación directa a través de la observación que se hizo en la empresa IBS.

5.2.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias para esta investigación fueron, páginas de internet las cuales son.

1. <https://energypedia.info>
2. <https://revistaconstruir.com>
3. <https://www.eeh.hn>
4. <https://es.slideshare.net>
5. <http://www.ibs.hn>
6. <https://www.laprensa.hn>
7. <https://www.mheducation.es>
8. <https://ovacen.com>
9. <https://www.quotatis.es>
10. <http://reader.digitalbooks.pro>
11. <https://www.pv-magazine-latam.com>
12. <https://www.ecosolaresp.com>
13. <https://termosolarybiomasa.files.wordpress.com>
14. <https://www.ine.gob.hn>

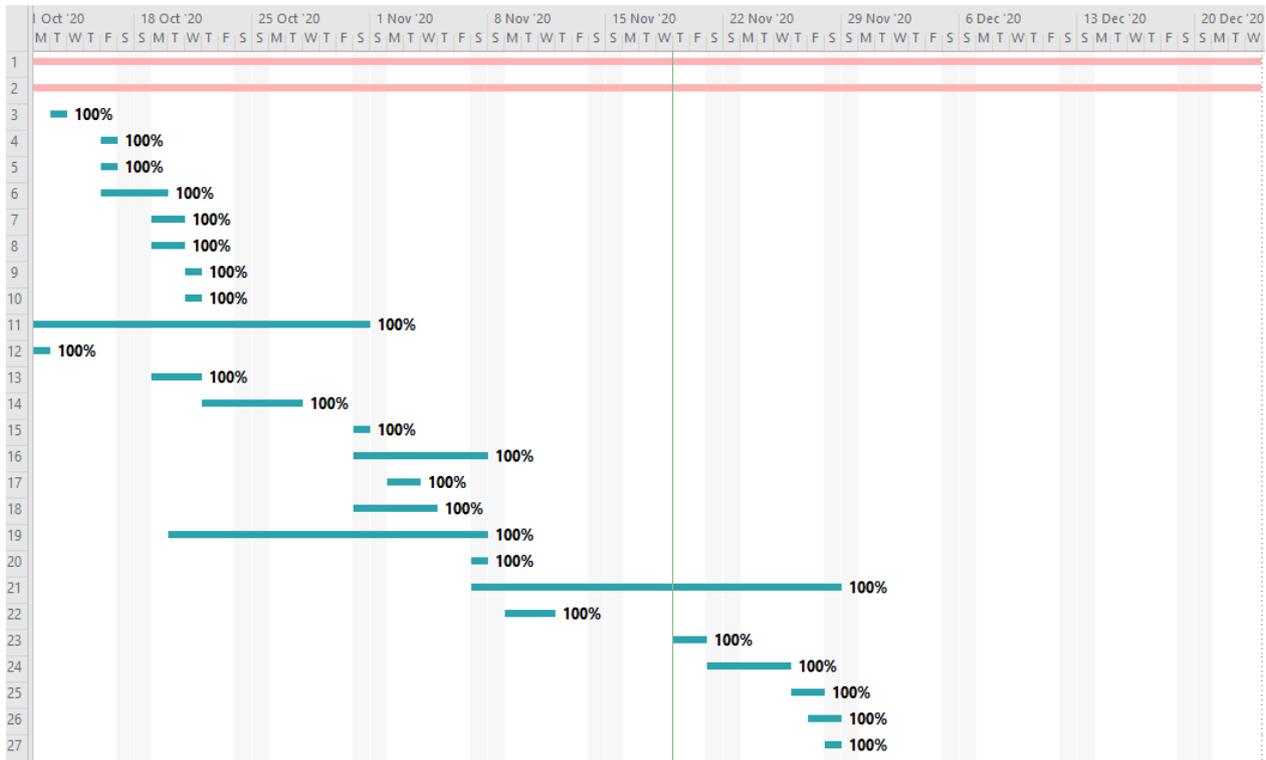
5.3 Cronología de trabajo

5.3.1 Tabla de actividades

No.	Nombre de Tarea	Duración	Inicia	Finaliza
1	Proyecto	53 días	lun 12/10/20	vie 18/12/20
2	Proyecto de Investigación	53 días	lun 12/10/20	vie 18/12/20
3	Clase introductoria	1 día	mar 13/10/20	mar 13/10/20
4	Primera Reunión, explicación sobre trabajo a realizar, métodos de trabajo, horarios de revisión indicaciones	1 día	vie 16/10/20	vie 16/10/20
5	Discusión de Idea de Proyecto	1 día	vie 16/10/20	vie 16/10/20
6	Definición del problema de investigación	2 días	vie 16/10/20	lun 19/10/20
7	Investigación de 4 posibles planteamientos de problemas a solucionar	2 días	lun 19/10/20	mar 20/10/20
8	Elección del Tema de investigación.	2 días	lun 19/10/20	mar 20/10/20
9	Entrega de Formulario de Descripción del Proyecto	1 día	mie 21/10/20	mie 21/10/20
10	Explicación Sobre cómo escribir la introducción y hasta el capítulo 3.	1 día	mie 21/10/20	mie 21/10/20
11	Primer Avance	16 días	lun 12/10/20	sáb 31/10/20

12	Análisis de las necesidades de la empresa IBS.	1 día	lun 12/10/20	lun 12/10/20
13	Investigación de los Antecedentes, planteamiento y definición del problema.	3 días	lun 19/10/20	mie 21/10/20
14	Elaboración de la justificación, hipótesis y objetivos de la investigación	4 días	jue 22/10/20	mar 27/10/20
15	Entrega del primer avance	1 día	sáb 31/10/20	sáb 31/10/20
16	Segundo Avance	7 días	sáb 31/10/20	sáb 7/11/20
17	Correcciones del primer avance.	2 días	lun 2/11/20	mar 3/11/20
18	Investigación de las fuentes bibliográficas.	4 días	sáb 31/10/20	mie 4/11/20
19	Redacción del marco teórico.	15 días	mar 20/10/20	sáb 7/11/20
20	Entrega del segundo avance.	1 día	sáb 7/11/20	sáb 7/11/20
21	Tercer Avance	17 días	sáb 7/11/20	sáb 28/11/20
22	Correcciones del segundo avance.	3 días	lun 9/11/20	mie 11/11/20
23	Elaboración de la técnicas e instrumentos aplicados y fuentes de información	2 días	jue 19/11/20	vie 20/11/20
24	Elaboración de la descripción del trabajo desarrollado	4 días	sáb 21/11/20	mie 25/11/20
25	Elaboración de conclusiones	2 días	jue 26/11/20	vie 27/11/20
26	Elaboración de recomendaciones	2 días	vie 27/11/20	sáb 28/11/20
27	Entrega de avance	1 día	sáb 28/11/20	sáb 28/11/20

5.3.2 Diagrama de Gantt



VI DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

6.1 Sistema fotovoltaico con ventana solar

Un sistema fotovoltaico con ventana solar es una combinación de ventanas y paneles solares que poco a poco va incrementando el interés del público, al aportar no solo ahorro de energía sino también conservación del medioambiente.

Las ventanas fotovoltaicas o ventanas solares, generan energía a partir de los rayos solares. Con diversas tecnologías se pueden transformar en un panel transparente, ideal para los edificios centralizados y también aquellos que buscan una estética concreta junto con el cuidado por el entorno ambiental.

6.2 Ventajas

- Sus recursos son ilimitados.
- Es respetuosa con el medio ambiente.
- El mantenimiento es sencillo y de bajo costo.
- Los módulos tienen una vida útil de 20-25 años.

- No solo se puede integrar en las estructuras de construcciones nuevas, sino también en las ya existentes.
- Se pueden hacer módulos de todos los tamaños.
- Es un sistema de aprovechamiento de energía idóneo para zonas donde no llega la electricidad.
- Ahorro energético.
- Baja emisiones de gases invernaderos.

6.3 Desventajas

- Los costos de instalación son altos por lo que requiere de una gran inversión inicial.
- En cuanto a la tecnología actual, hay falta de elementos almacenadores de energía económicos y fiables.
- Depende del clima.
- Afectada por la contaminación del aire.

6.4 Desarrollo

En ocasiones es difícil poder conseguir un espacio adecuado para poder instalar estructuras para los sistemas fotovoltaicos, y las opciones que manejan las empresas con esta situación es utilizar menos módulos solares o colocar los módulos con dos controladores MPPT, que eso genera un costo más elevado al cliente.

Es por motivos como el mencionado que el enfoque de esta investigación es buscar una alternativa que resuelva esta situación, se ha simulado dos escenarios en donde un cliente con un consumo de 446KWh al mes, cotiza un ISF con paneles y uno con ventanas solares, para poder observar cuanto varía el uno del otro.

1373822
CÓDIGO CLIENTE

FECHA DE LECTURA: 09/11/2020
 FECHA DE VENCIMIENTO: 24/11/2020
 PERIODO: 08/10/2020 AL 09/11/2020
 DÍAS DE FACTURACIÓN: 32
 NÚMERO DE FACTURA:

DATOS PERSONALES

NOMBRE:
DIRECCIÓN:

446 24/11/2020 L. 0
 CONSUMO (kWh) FECHA DE VENCIMIENTO TOTAL A PAGAR

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE MEDIDOR: 2006234750 TARIFA: 101
 TIPO DE CONSUMO: RESIDENCIAL TENSIÓN:
 UBICACIÓN: 002164717
 OFICINA COMERCIAL: TEGUCIGALPA

DETALLE DE CONSUMO DE ENERGÍA

FECHA DE LECTURA ACTUAL: 09/11/2020
 FECHA DE LECTURA ANTERIOR: 08/10/2020
 LECTURA ACTUAL (kWh): 66154 CONSUMO (kWh): 446
 LECTURA ANTERIOR (kWh): 65708 MULTIPLICADOR: 1
 LECTURA ACTUAL (kVArh): CONSUMO (kVArh):
 LECTURA ANTERIOR (kVArh): FACTOR DE POTENCIA:

CÁLCULO DE CONSUMO DE ENERGÍA

CARGO	L/kWh	CONSUMO	VALOR EN LEMPIRAS
PRIMEROS 50 kWh:	3.3096	50	165.48
MAYOR A 50 kWh:	4.3066	396	1705.41
TOTAL		446	= 1870.89

HISTÓRICO DE CONSUMO (kWh) CONCEPTO DE COBRO EN LEMPIRAS



TOTAL MES L. 1784.36

1373822	CÓDIGO CLIENTE	ÚLTIMO PAGO L.	1784.36
		FECHA ULT. PAGO:	13/11/2020
TOTAL MES L.	1784.36	MESES EN MORA:	
SALDO PENDIENTE L.	0	CONTRATO VIGENTE:	0
TOTAL A PAGAR L.	0	VALOR FINANCIADO L.	0
		CUOTA APLICADA:	0 DE 0

Ilustración VI.1 Factura de energía eléctrica del lugar de la simulación.
Fuente: <https://www.eeh.hn/es/>

6.4.1 Análisis de las cargas eléctricas para los sistemas fotovoltaicos

Para la generación del estudio, se tomó como base los consumos energéticos de una casa de dos pisos de la Residencial Las Uvas.

Tabla VI.1

Consumo en Wh/día, KWh/día, Wh/mes y KWh/mes

Wattios hora/Día	KWh/Día	Wattios hora/Mes	KWh/Mes
14,866.67	14.87	446,000.10	446.00

Muestra el consumo del día y del mes.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.2

Consumo en Wh/día, días de autonomía, Watts de días de autonomía; horas de sol, tamaño fotovoltaico, módulos necesarios para el sistema y los watts pico de los módulos.

Wattios hora/Día	Días de Autonomía	Wh/DA	Horas de sol	Tamaño FV	Módulos FV	Wp
14,866.67	0.6	8,920.00	4	2,230.00	5.4	410

Muestra el consumo necesario para poder realizar los cálculos necesarios para saber cuántos módulos necesita el sistema.

Fuente: Elaboración propia.

- Días de autonomía: 0.5 habitualmente los sistemas trabajan mínimo medio día.
- 4 horas de sol: se coloca el peor escenario de horas de sol.

Tabla VI.3

Tensiones necesarias para el banco de baterías.

Baterías	Tamaño	Demanda	Amper hora	Tamaño	Tipo
Tensión Banco de Baterías	12	1549	Ah @	12	Volts DC
Tensión Banco de Baterías	24	774	Ah @	24	Volts DC
Tensión Banco de Baterías	48	387	Ah @	48	Volts DC

Muestra el tipo de batería necesario para el banco de baterías, pueden ser de 12, 24 o 48 voltios.

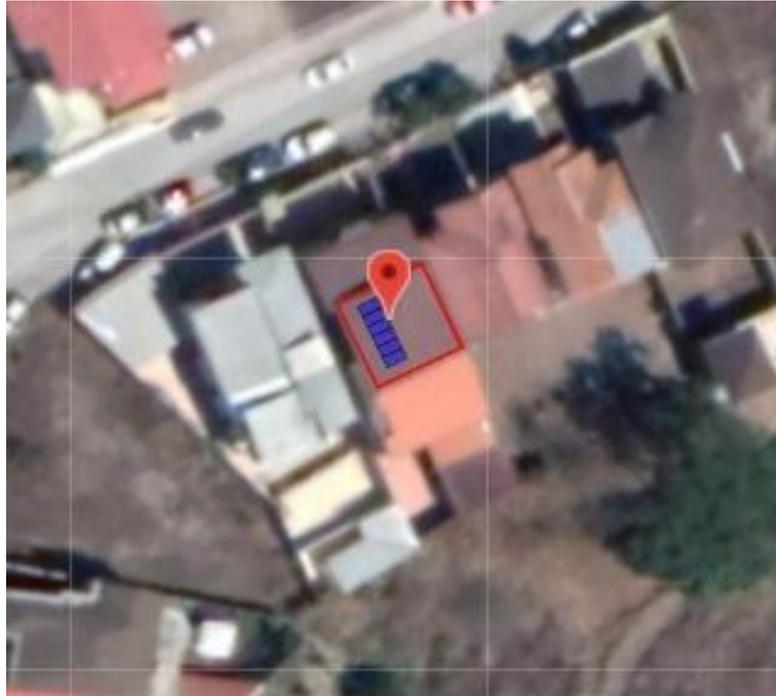


Ilustración VI.2 Imagen del escenario con una instalación de 6 módulos.
Fuente: <https://base.everest-solarsystems.com>

6.4.2 Simulación de la instalación del sistema fotovoltaico en red

- **Módulos solares:**

Proponemos paneles de fabricación alemana. Potencia unitaria de 410 Watts, dichos módulos los fabrica AXITEC con el modelo AXIpremium X HC AC-410MH/144S. Los productos que Axitec distribuye cumplen con los estándares más altos en calidad y cuentan con certificación en ISO9001, OSSAS18001, ISO14000. Son de fácil instalación y cuentan con una variedad de campos donde pueden ser aplicados. Sus módulos de conversión son altamente eficientes.



Ilustración VI.3 Panel solar AXITEC AXIpremium X HC AC-410MH/144S.
Fuente: <https://mx.krannich-solar.com>

- **Inversores:**

Se propone un Sistema interconectado en modalidad Microgrid con dispositivos de fabricación austriaca marca FRONIUS. Para ello estaremos creando un ambiente con inversores trifásicos para inyección directa a la carga eléctrica. Estos inversores tienen la capacidad de conectarse a un sistema de respaldo en un futuro, en caso de requerirse.



Ilustración VI.4 Inversor Fronius Symo.
Fuente: <https://im.solar>

- **Cableado:**

Los circuitos de cableado en AC como en DC estarán dimensionados de tal forma que las pérdidas por caída de tensión sean mínimas en el caso del cableado en DC se conducirán por separado los positivos y los negativos con cableado de doble aislamiento, con protección contra rayos UV e ignífugo, especializado para instalaciones fotovoltaicas.



Ilustración VI.5 Cableado para instalaciones.
Fuente: <https://www.ebay.es/>

- **Estructura:**

Los módulos fotovoltaicos serán instalados sobre una estructura fija de aluminio lo cual garantiza una larga vida útil y gran resistencia a la carga de viento. La solución propuesta es el Sistema CrossRail Tilt Up de Everest Solar Systems. Una solución con ingeniería alemana de tipo riel con mucha versatilidad para distintos tipos de techos. Todos los accesorios incluyendo los sujetadores están diseñados para proteger la integridad de los techos. La fabricación de las estructuras es en aluminio.

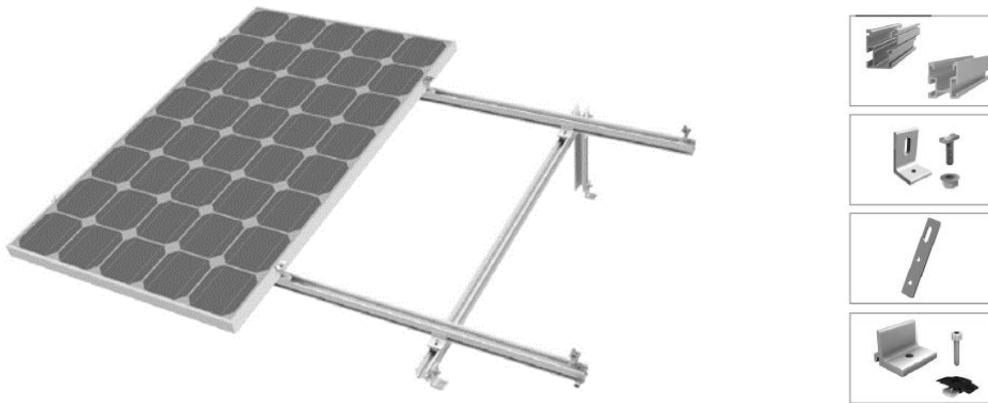


Ilustración VI.6 Estructura para paneles solares.
Fuente: <https://everest-solarsystems.com/>

- **Baterías Gel y AGM:**

“Las baterías de gel, también son baterías de ácido reguladas por válvula VRLA (Valve Regulated Lead Acid) que son del tipo selladas, herméticas, libres de mantenimiento y de electrolito inmovilizado”(«Diferencias entre Baterías AGM y GEL - Tienda energía renovable», 2019).

“Las baterías AGM son baterías de ácido reguladas por válvula VRLA (Valve Regulated Lead Acid) que son del tipo selladas, herméticas, libres de mantenimiento y de electrolito inmovilizado”(«Diferencias entre Baterías AGM y GEL - Tienda energía renovable», 2019).

6.4.3 Análisis de las cargas para las ventanas fotovoltaicas

Tabla VI.4

Configuración de vidrio opaco.

Configuración de Grosor (mm)	Coefficiente de Ganancia Solar (SHGC)	Valor U m2	Reflejo de luz externa	Transparencia	Potencia Pico
	%	W/m2K	%	%	(Wp/m2)
3.2+4	22%	5,7	7,6%	0,0%	57,6
6T+3.2+6T	23%	5,2	7,3%	0,0%	57,6
6T+3.2+6T/12Air/6T (también valido para 4+4)	6%	2,7	7,3%	0,0%	57,6
6T+3.2+6T/12Air/6T low-e	5%	1,6	7,3%	0,0%	57,6
6T+3.2+6T/12Argon/6T low-e	5%	1,2	7,3%	0,0%	57,6
6T+3.2+6T/12Argon/4/12Argon/6T low-e	5%	1,0	7,3%	0,0%	57,6

Fuente: <https://www.onyx solar.es/>

Tabla VI.5

Configuración de vidrio transparencia baja.

Configuración de Grosor (mm)	Coefficiente de Ganancia Solar (SHGC)	Valor U m2	Reflejo de luz externa	Transparencia	Potencia Pico
	%	W/m2 K	%	%	(Wp/m2)
3.2+4	29%	5,7	7,6%	10,0%	40
6T+3.2+6T	29%	5,2	7,3%	10,0%	40
6T+3.2+6T/12Air/6T (también valido para 4+4)	11%	2,7	7,3%	10,0%	40
6T+3.2+6T/12Air/6T low-e	9%	1,6	7,3%	10,0%	40
6T+3.2+6T/12Argon/6T low-e	9%	1,2	7,3%	10,0%	40
6T+3.2+6T/12Argon/4/12Argon/6T low-e	9%	1,0	7,3%	10,0%	40

Fuente: <https://www.onyx solar.es/>

Tabla VI.6

Configuración de vidrio transparencia media.

Configuración de Grosor (mm)	Coefficiente de Ganancia Solar (SHGC)	Valor U m2	Reflejo de luz externa	Transparencia	Potencia Pico
	%	W/m2K	%	%	(Wp/m2)
3.2+4	34%	5,7	7,6%	20,0%	34
6T+3.2+6T	32%	5,2	7,3%	20,0%	34
6T+3.2+6T/12Air/6T (también valido para 4+4)	14%	2,7	7,3%	20,0%	34
6T+3.2+6T/12Air/6T low-e	12%	1,6	7,3%	20,0%	34
6T+3.2+6T/12Argon/6T low-e	12%	1,2	7,3%	20,0%	34
6T+3.2+6T/12Argon/4/12Argon/6T low-e	12%	1,0	7,3%	20,0%	34

Fuente: <https://www.onyx solar.es/>

Tabla VI.7

Configuración de vidrio transparencia alta.

Configuración de Grosor (mm)	Coefficiente de Ganancia Solar (SHGC)	Valor U m2	Reflejo de luz externa	Transparencia	Potencia Pico
	%	W/m2K	%	%	(Wp/m2)
3.2+4	41%	5,7	7,6%	30,0%	28
6T+3.2+6T	37%	5,2	7,3%	30,0%	28
6T+3.2+6T/12Air/6T (también valido para 4+4)	19%	2,7	7,3%	30,0%	28
6T+3.2+6T/12Air/6T low-e	17%	1,6	7,3%	30,0%	28
6T+3.2+6T/12Argon/6T low-e	17%	1,2	7,3%	30,0%	28
6T+3.2+6T/12Argon/4/12Argon/6T low-e	17%	1,0	7,3%	30,0%	28

Fuente: <https://www.onyx solar.es/>

6.4.4 Comparación de ambos sistemas

Tabla VI.8

Tabla comparativa de la ISF con ventana solar y con módulo solar.

Equipo	Pmpp	Ump	Imp	Isc	Uoc
Panel	410Wp	41,75V	9,83A	10,72A	49,79V
Ventana	57,6Wp/m2	17V	0,67A	0,75A	25V

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración VI.7 Fachada donde se colocará las ventanas solares.

Tabla VI.9

Kilo Watt pico por metro cuadrado del escenario de la simulación.

Cm2	M2	Wp	Wp/M2	KWp/M2
22,940.00	2.294	57.6	132.13	0.13
21,120.00	2.112	57.6	121.65	0.12
19,080.00	1.908	57.6	109.90	0.11
24,288.00	2.4288	57.6	139.90	0.14
13,992.00	1.3992	57.6	80.59	0.08
101,420.00	10.142	57.6	584.18	0.58
Total				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI.10

Precio del sistema con ventana solar y precio del sistema con panel solar.

M2	Wp	PRECIO €	TOTAL €	PRECIO L	TOTAL, L
10.142	57.6	€ 200.00	€ 2,028.40	L5,888.65	L59,722.69
Cantidad	Wp	PRECIO €	TOTAL €	PRECIO L	TOTAL, L
6	410	€ 239.00	€ 1,434.00	L7,036.68	L42,220.07

Fuente: Elaboración propia.

VI CONCLUSIONES

- Se desarrolló una gestión técnica de ventanas fotovoltaicas para su comercialización de proyectos en edificaciones del Distrito Central, Honduras.
- El vidrio fotovoltaico se va, poco a poco, abriendo camino para el gran consumo, y aunque aún es algo pronto, probablemente en unos años veremos muchos edificios que ya lo incorporen en su revestimiento de vidrio, para generar energía limpia y ahorrar en el consumo eléctrico del inmueble.
- Se logró desarrollar una comparativa con otras tecnologías fotovoltaicas para poder ver el alcance de esta tecnología pudiendo observar que los módulos solares son una solución para mayor demanda.
- Es importante tener en cuenta que este tipo de tecnología es para fachada de edificaciones, con el fin de aprovechar sus mts² para generar energía eléctrica amigable.
- Se logró demostrar que las ventanas solares son una alternativa de tecnología fotovoltaica para reducir el consumo de energías no renovables en el Distrito Central de la mano de IBS.

VIII RECOMENDACIONES

- Se pudo observar en la simulación que no es factible utilizar esta tecnología para viviendas, ya que su producción es mínima para lo que demanda la vivienda en energía eléctrica.
- Comparado con los paneles solares, sigue habiendo una brecha importante de generación, por lo menos lo que se logró observar en la simulación, si es necesario lograr hacer la unión de ambas tecnologías.
- Si se requiere un sistema para una demanda de energía muy grande es recomendable utilizar módulos en vez de ventanas solares, aunque los costos sean más elevados es más factible.
- Se puede hacer una combinación de tecnologías para que el sistema a instalar sea más completo y se aproveche cada espacio posible de la edificación.

IX BIBLIOGRAFÍA

Acosta, P. (2013, marzo). *INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS*.

<https://energypedia.info>.

https://energypedia.info/images/0/0b/Gu%C3%ADa_de_instalaci%C3%B3n_de_SFD_-_2013.pdf

Diferencias entre Baterías AGM y GEL - Tienda energía renovable. (2019, enero 4).

Blog Ecofener. <https://ecofener.com/blog/diferencias-baterias-agm-y-gel/>

Distrito Central. (s. f.). Recuperado 31 de octubre de 2020, de

<https://www.ine.gob.hn/V3/imag-doc/2019/08/Distrito-central.pdf>

Editorial Construir. (2015, noviembre 16). Inauguran granja solar más grande de

Tegucigalpa. *Revista Construir*. <https://revistaconstruir.com/inauguran-granja-solar-mas-grande-de-tegucigalpa/>

EEH. (2020, noviembre 7). *Empresa Energía Honduras—Confiable en el Servicio*.

Empresa Energía Honduras - Confiable en el Servicio.

<https://www.eeh.hn/es/>

IBS. (2020, octubre 18). *Innovative Business Solutions IBS*. <http://www.ibs.hn/#>

Mheducation. (2020, noviembre 6). *Componentes de una instalación solar fotovoltaica*.

<https://www.mheducation.es>.

<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>

Quotatis. (2020, noviembre 8). ¿Cómo Instalar una Ventana Fotovoltaica? Precio,

Presupuesto, Coste. *Consejos reformas*. <https://www.quotatis.es/consejos-reformas/Inspiracion/casa-ecologica/como-instalar-una-ventana-fotovoltaica/>

Reader. (2020). *Determinación del potencial solar*.

<http://reader.digitalbooks.pro/content/preview/books/39121/book/OEBPS/Text/chapter1.html>

Sánchez, P. (2020, enero 16). *LadyLee, en Honduras, lanza la fase III de sus plantas solares*. pv magazine Latin America. <https://www.pv-magazine-latam.com/2020/01/16/ladylee-en-honduras-lanza-la-fase-iii-de-sus-plantas-solares/>