



FACULTAD DE POSTGRADO

TESIS DE POSTGRADO

**PRE-FACTIBILIDAD EN LA INSTALACIÓN DE
PANELES SOLARES EN EL PLANTEL SEABOARD
HONDURAS, SAN PEDRO SULA, 2019**

**SUSTENTADO POR
DENIS IVÁN MURILLO DÍAZ
ELVIS RENÉ ACOSTA HERRERA**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE MÁSTER
EN DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

**SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS C.A
SEPTIEMBRE, 2019**

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRANDA

VICERRECTORA ACADÉMICA

DESIRÉ TEJADA CALVO

VICEPRESIDENTE CAMPUS SPS

CARLA MARÍA PANTOJA

DECANA DE LA FACULTAD DE POSGRADO

CLAUDIA MARÍA CASTRO

**PRE-FACTIBILIDAD EN LA INSTALACIÓN DE
PANELES SOLARES EN EL PLANTEL DE
SEABOARD HONDURAS, SAN PEDRO SULA, 2019**

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

MÁSTER EN DIRECCIÓN EMPRESARIAL

**ASESORA METODOLÓGICA
MARTHA MARÍA HERNÁNDEZ**

**ASESOR TEMÁTICO
JUAN FRANCISCO ORTÍZ**

**MIEMBROS DE LA TERNA
CARLOS ANTONIO TRIMINIO RODRÍGUEZ**

**CESAR ORELLANA
TATIANA RUBIO**

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2019

DENIS IVÁN MURILLO DÍAZ
ELVIS RENÉ ACOSTA HERRERA

Todos los derechos son reservados.

**AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE POSTGRADO**

Señores

**CENTRO DE RECURSOS PARA
EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA (UNITEC)**

San Pedro Sula

Estimados Señores:

Nosotros, DENIS IVÁN MURILLO DÍAZ Y ELVIS RENÉ ACOSTA HERRERA, de San Pedro Sula, autor(es) del trabajo de postgrado titulado: PRE-FACTIBILIDAD EN LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS EN EL PLANTEL DE SEABOARD HONDURAS, SAN PEDRO SULA, 2019, presentado y aprobado en el mes/año octubre/2019, como requisito previo para optar al título de máster en DIRECCIÓN EMPRESARIAL CON ORIENTACIÓN EN FINANZAS y reconociendo que la presentación del presente documento forma parte de los requerimientos establecidos del programa de maestrías de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por este medio autorizo a las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de UNITEC, para que con fines académicos puedan libremente registrar, copiar o utilizar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

- 1) Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en las salas de estudio de la biblioteca y/o la página Web de la Universidad.

- 2) Permita la consulta y/o la reproducción a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general en cualquier otro formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en los artículos 9.2, 18, 19, 35 y 62 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los derechos morales pertenecen al autor y son personalísimos, irrenunciables, imprescriptibles e inalienables. Asimismo, el autor cede de forma ilimitada y exclusiva a UNITEC la titularidad de los derechos patrimoniales. Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito por parte de UNITEC

En fe de lo cual se suscribe el presente documento en la ciudad de San Pedro Sula, a los ____ días del mes de octubre del año 2019

Denis Iván Murillo Díaz
21813114

Elvis René Acosta Herrera
21813074



FACULTAD DE POSTGRADO

PRE-FACTIBILIDAD EN LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES EN PLANTEL SEABOARD HONDURAS, SAN PEDRO SULA, 2019

AUTORES

DENIS IVÁN MURILLO DÍAZ & ELVIS RENÉ ACOSTA HERRERA

RESUMEN

El estudio realizado en el Plantel de Seaboard Honduras, tuvo como objetivo determinar el ahorro que representa para la empresa instalar paneles solares para hacerle frente al alza de las tarifas de energía eléctrica que se han experimentado en los últimos años y que son decretadas cada trimestre por la Comisión Reguladora de la Energía Eléctrica (CREE), el análisis se llevó a cabo mediante la simulación en un software llamado PVsyst para determinar el tamaño de la instalación solar, después de hacer los análisis correspondientes se concluyó que se acepta la hipótesis de investigación al obtenerse una tasa interna de retorno del 22.64% siendo ésta mayor que el costo de capital del financiamiento del Proyecto. Para la instalación de este proyecto se determinó a generar solamente el 37.37% del consumo durante las horas solar pico, por no contar con una ley reglamentada que permita vender el excedente a la ENEE.

Palabras claves: Energía fotovoltaica, inversores, paneles solares



FACULTAD DE POSTGRADO

PRE-FACTIBILIDAD EN LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES EN PLANTEL SEABOARD HONDURAS, SAN PEDRO SULA, 2019

AUTORES

DENIS IVÁN MURILLO DÍAZ & ELVIS RENÉ ACOSTA HERRERA

ABSTRACT

The study realized at the Seaboard Honduras yard was aimed at determining the savings that solar panels represent for the company to cope with the rise in electricity Rates, which we have been experiencing in recent years and are decreed every quarter by the Electricity Regulatory Commission (CREE), the analyss was carried out by simulating a software called PVsyst to determine the size of the solar installation, after making the respect analysis it was concluded that the research hypothesis is accepted when obtaining an internal rate of return of 24% being this greater than the cost of capital of the financing of the Project. For the installation of this project, it was determined to generate only 37.37% of the consumption during peak solar hours, because it does not have a regulated law that allows the surplus to be sold to the ENEE

Keywords: Photovoltaic energy, inverters, solar panels

DEDICATORIA

Denis Iván Murillo

A Dios Todopoderoso, que me ha guiado en esta nueva etapa mi vida, a mis padres, por su gran apoyo y acompañamiento durante este proceso de mi formación académica.

Elvis René Acosta

A Dios Todopoderoso, que me ha dado salud, sabiduría, fortaleza en esta nueva etapa mi vida, a mi madre Rosa Esther Herrera, por su gran apoyo y motivación y a mi esposa Luding Villeda, por su comprensión durante estos dos años que tuve que sacrificar gran parte del tiempo para dedicarlo a la maestría.

A Daisy Cristiana Pastor y a Seaboard Honduras porque gracias a su apoyo incondicional he podido iniciar y concluir esta maestría.

AGRADECIMIENTO

A cada uno de los catedráticos que nos impartieron sus conocimientos a lo largo de este programa, en especial a nuestra asesora metodológica, Lic. Martha María Hernández y a nuestro asesor temático, Ing. Juan Francisco Ortíz por su valioso aporte a nuestra formación académica.

También agradecemos de manera especial al Ing. William Coleman, gerente de IT en INVEMA, por su gran aporte y por el tiempo que dedicó para compartir sus conocimientos como experto en el tema

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
1.3 DEFINICIÓN DE PROBLEMA	6
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	6
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	7
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.5 JUSTIFICACIÓN	8
1.6 VIABILIDAD DEL PROYECTO.....	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	10
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO.....	10
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO	26
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO	30
2.2. TEORÍAS DE SUSTENTO.....	31
2.2.1. ESTUDIO DE MERCADO	31
2.2.2 ESTUDIO TÉCNICO	33
2.2.3 ESTUDIO FINANCIERO	35
2.2.3.3 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)	38
2.3.3.4 ÍNDICE DE RENTABILIDAD	39
2.3.3.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	40
2.2.4 CONCEPTUALIZACIÓN.....	40
2.5.1 FUNCIONAMIENTO EN EL PAÍS.....	42
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	44
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	44
3.1.1 MATRÍZ METODOLÓGICA	44
3.1.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	46

3.1.3 HIPÓTESIS.....	50
3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS	50
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	53
3.3.1 POBLACIÓN.....	54
3.3.2 MUESTRA.....	55
3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS	55
3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA	55
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	55
3.4.1 INSTRUMENTOS.....	56
3.4.2 TÉCNICAS	56
3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN	57
3.5.1 FUENTES PRIMARIAS	57
3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS	58
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	59
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	59
4.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	59
4.2 ESTUDIO DE MERCADO.....	62
4.2.1 OFERTA	62
4.2.4. ANÁLISIS DEL PRECIO DEL KILOWATT HORA EN HONDURAS.....	64
4.3 ESTUDIO TÉCNICO.....	64
4.3.1 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	64
4.3.2 MATERIALES SEMICONDUCTORES	64
4.3.3 PANELES SOLARES	65
4.3.4 TRANSMISIÓN DE ENERGÍA	66
4.3.5 RADIACIÓN SOLAR	66
4.4 ANÁLISIS DE DATOS	75
4.4.1 INSTALACIONES FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED	75
4.4.2 INVERSOR A UTILIZAR	75
4.4.3 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL PARQUE SOLAR.	76
4.4.4 NÚMERO DE PLACAS SOLARES.....	76
4.4.5 PANELES EN SERIE Y PARALELO.....	77
4.4.5.1 PANELES EN SERIE.....	77

4.4.6 CÁLCULOS PROPIOS DE LA INSTALACIÓN COPLANAR AL TECHO	78
4.6 ESTUDIO FINANCIERO	89
4.6.1 INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO	90
4.6.2 PLAN DE INVERSIÓN	90
4.6.3 ESTRUCTURA DE CAPITAL	91
4.6.4 WACC DEL PROYECTO	91
4.6.8 TÉCNICAS DE PRESUPUESTO DE CAPITAL	99
4.7 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	103
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
5.1 CONCLUSIONES	104
5.2 RECOMENDACIONES	105
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	106
ANEXOS	108
Anexo 2. Entrevista a expertos	112
Anexo 3. Cotización Agencia La Mundial	113
Anexo 4. Cotización ERDM-SOLAR	114
Anexo 5. Cotización Solaris	115
Anexo 6. Consumo promedio mensual del Plantel Seaboard Honduras	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Potencia fotovoltaica instalada en la Unión Europea (MWp).....	14
Tabla 2. Rango de Radiación por país.....	25
Tabla 3. Proyectos en Honduras.....	26
Tabla 4. La matriz metodológica.....	45
Tabla 5. Operacionalización de variables.....	48
Tabla 6. Datos aprobados el 29 de septiembre del 2018.....	64
Tabla 7. Placas solares.....	76
Tabla 8. Simulación de la generación fotovoltaica Plantel Seaboard Honduras.....	86
Tabla 9. Especificación del sistema fotovoltaico con modelo coplanario.....	89
Tabla 10. Costos de inversión.....	90
Tabla 11. Estructura de capital.....	91
Tabla 12. cálculo del préstamo.....	93
Tabla 13. Cálculo de la depreciación.....	95
Tabla 14. Ingresos del proyecto.....	96
Tabla 15. Estado de Resultado.....	97
Tabla 16. Cálculo de los costos variables.....	98
Tabla 17. Valor presente y Tasa Interna de Retorno.....	99
Tabla 18. Cálculo del ahorro del proyecto.....	100
Tabla 19. Período de recuperación.....	101
Tabla 20. Índice de Rentabilidad.....	101
Tabla 21. Cálculo del costo de generar un Kwh con el proyecto.....	102

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. Contribución de la energía fotovoltaica.....	3
Figura 2. Parque fotovoltaico en Pavana Choluteca.....	4
Figura 3. Comparativo de alzas /bajas de precios de la energía por sector	4
Figura 4. Pliego tarifario costo de energía eléctrica abril 2019.....	5
Figura 5. Evolución de la producción fotovoltaica en el mundo.....	12
Figura 6. Evolución de la potencia Fotovoltaica instalada en el mundo	13
Figura 7. Composición consumo mundial de energía	16
Figura 8. Recursos Potenciales vrs. recursos utilizados.....	17
Figura 9. Irradiación Global Anual	18
Figura 10. Variación de la radiación solar	19
Figura 11. Radiación Global en América Latina y el caribe	24
Figura 12. Demanda de energía del 2006 al 2018.....	27
Figura 13. Irradiancia e insolación.....	28
Figura 14. Mapa de Heliofanía del Territorio Nacional.....	29
Figura 15. Matriz Energética de Honduras a marzo del 2019.....	30
Figura 16. Identificación de las variables.....	46
Figura 17. Enfoque metodológico	52
Figura 18. Ubicación del Plantel de Seaboard Honduras	60
Figura 19. Irradiación global horizontal.....	60
Figura 20. Imagen del plantel.....	61
Figura 22. Consumo de energía eléctrica por sector para el año 2014.....	63
Figura 23. Panel solar fotovoltaico policristalino SOLARIS-325P-72	65
Figura 24. Imagen de las especificaciones de un panel solar cotizado en Solaris.	66
Figura 25. Imagen del inversor EATON PVI-10KW.....	70
Figura 26. Especificaciones del inversor EATON PVI-10KW	71
Figura 27. Energía incidente sobre una superficie plana inclinada.....	72
Figura 28. Posición del sol en diferentes estaciones y momentos del día.....	73
Figura 29. Pantalla principal de la simulación PVsyst.....	79

Figura 30. Pantalla de la simulación con PVsyst con las coordenadas físicas del plantel.80

Figura 31. Pantalla PVsyst con el ángulo de inclinación y el azimut para el techo Oeste81

Figura 32. Pantalla PVsyst con el panel e inversores seleccionados para el techo Oeste.82

Figura 33. Pantalla PVsyst Previa a la realización de la simulación.....83

Figura 34. Consumo de energía mensual promedio y anual de Plantel Seaboard Honduras84

Figura 35. Simulación de la instalación fotovoltaica Plantel Seaboard Honduras.....85

Figura 36. Cuadro resumen de la simulación fotovoltaica Plantel Seaboard Honduras.88

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Período de recuperación.	37
Ecuación 2. Valor Presente Neto.....	38
Ecuación 3. Tasa Interna de Retorno.....	39
Ecuación 4. Índice de Rentabilidad.....	39

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

La matriz energética de Honduras está compuesta por dos tipos de energía, una generada a base de combustibles fósiles y la que es generada a través de recursos renovables como ser el agua, el viento y el sol.

En un sistema eléctrico es común encontrar diversos tipos de tecnologías utilizadas en conversión de energía eléctrica. Estas tecnologías tienen distintos tipos de operación y por ende costos ambientales y económicos asociados. El problema es administrar los recursos tanto renovables como no renovables para poder suplir la demanda energética del sistema en su totalidad al menor impacto posible. (Pérez y Escalón, 2018, p.167)

Para administrar los recursos renovables de manera eficiente es necesario que los gobiernos creen las políticas adecuadas que permitan hacerle frente al racionamiento, tomando en cuenta la protección del ambiente.

En los últimos años el costo de la energía eléctrica se ha venido incrementando a tal grado que ha puesto en precario la economía del pueblo hondureño, porque al ser la electricidad un elemento esencial en todos los procesos de producción, estos costos impactan directamente en los procesos productivos que son trasladados directamente al consumidor final.

La energía solar fotovoltaica muestra un panorama esperanzador a nivel global por ser una energía limpia y amigable con el medio ambiente, que no daña el ecosistema, y no afecta en lo más mínimo los alrededores, no emite radiaciones y contribuye a reducir el efecto invernadero, características que hacen que el proyecto sea atractivo para las empresas, porque pueden generar su propia energía sin crear daños al ambiente y al mismo tiempo obtener ahorros significativos en la factura mensual que se paga a la estatal eléctrica.

En el presente estudio se busca analizar los aspectos técnicos, de mercado, legal y financieros, que nos permitan determinar si es factible llevar a cabo el proyecto de instalación de paneles solares en el plantel de Seaboard Honduras. Este proyecto además de tener como fin principal, reducir los costos de energía le permitirá a la empresa contar con el suministro de energía de manera constante, además la empresa podrá realizar parte de sus operaciones que tienen que ver con el uso de energía de una forma más económica, este proyecto, además contribuirá con el medio ambiente al utilizar energía limpia proveniente del sol.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La energía solar, como el resto de las energías renovables fueron usadas desde tiempos muy antiguos por el ser humano para diversas actividades.

Es prácticamente imposible establecer una línea de tiempo exacta en donde se comenzó a observar que se podía aprovechar los recursos naturales e inagotables para un medio de locomoción, como una forma de calefacción para un hogar, o simplemente transformar la energía encontrada en el medio ambiente en un bien útil para el bienestar común. (Córdova, 2014, p.94)

Si bien es cierto, no existe una fecha exacta, para la energía fotovoltaica, se tiene conocimiento que fue descubierto por Alexander Becquerel en el año 1839, gracias a esas tecnologías, las energías renovables provenientes del sol brindan un futuro muy esperanzador para satisfacer las crecientes demandas de energía.

El desarrollo del servicio público de electricidad en Honduras ha sido similar al de muchos otros países en vías de desarrollo, principalmente de la región latinoamericana. Hasta los años 60, las poblaciones que tenían electricidad en el país eran servidas por sistemas locales, compuestos de una o varias centrales y de una red de distribución; lo que se conoce como un sistema eléctrico aislado, es decir, uno que no está integrado en una red de transmisión que ligue los diferentes centros de consumo y centrales generadoras a nivel nacional. Lo que existía era una colección de pequeños sistemas, no había un sistema eléctrico nacional.

La contribución anual de la demanda de electricidad fotovoltaica ya ha superado la marca del 1% en al menos 33 países, con Honduras a la cabeza con un 12%, seguido de Italia y Alemania con un 8% cada uno, y Grecia por encima del 7%. Agencia Internacional de Energía, (2016).

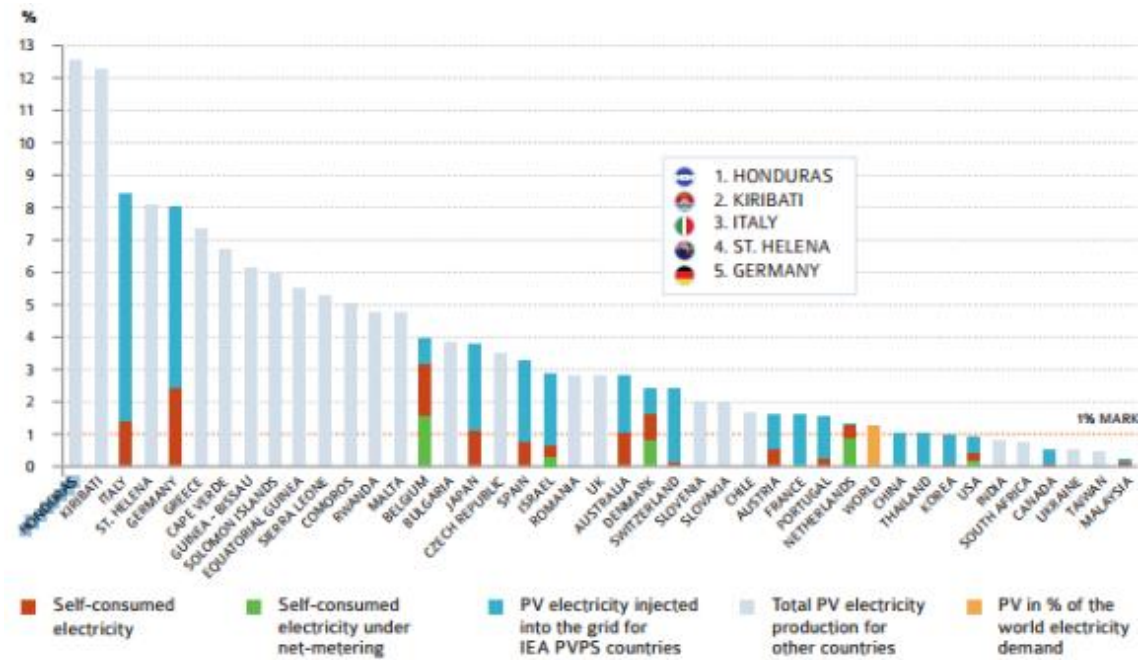


Figura 1. Contribución de la energía fotovoltaica

Fuente: (Agencia Internacional de Energía,2016)

El gobierno de la república a través de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) fomenta la inversión en generación de energía renovable. En cuanto a la producción de energía solar Honduras ocupa el primer lugar a nivel centroamericano en este tipo de generación, en la actualidad el país cuenta con 15 plantas fotovoltaicas, que generan 454 megavatios, los que contribuyen a suplir la demanda de energía en la zona sur y otras zonas del país, entre estas plantas se encuentran la siguientes: Parque solar Ivriish I, Choluteca Solar II, Mecanismos de Energía Renovables S de R.L., Parque Solar El Carrizo, Helios, El Laure Energía Solar, Los Atillos Energía Solar, Pavana Energía Solar, entre otros. (Instituto de Acceso a la Información Pública, 2015)

A continuación, se muestra la figura 2 donde se aprecia la imagen de uno de los parques solares llamado Pavana Energía Solar, instalado en la ciudad de Choluteca, al sur de Honduras, esta zona del país es propicia para este tipo de proyectos por contar con una radiación solar mayor que el resto de las ciudades del país, cabe mencionar que todo el país es propicio para la instalación de este tipo de proyectos.



Figura 2. Parque fotovoltaico en Pavana Choloteca

Fuente: (Instituto de Acceso a la Información Pública,2015)

Emplear el sol como fuente de energía ha dejado de ser un reto del hombre para convertirse en una realidad. Hoy en día existen viviendas totalmente autónomas que emplean medios como la energía fotovoltaica para generar electricidad o la energía térmica solar para calentar agua. (González,2013)

En los últimos años, las tarifas de energía eléctrica se han venido incrementando de manera acelerada, estas alzas obedecen al plan de rescate de la estatal eléctrica, que ha venido implementando la Comisión Reguladora de la Energía Eléctrica (CREE) desde su fundación, según esta comisión, los ajustes a las tarifas eléctricas se deben a las alzas en los precios internacionales del petróleo y a las fluctuaciones del cambio del dólar. En la figura 3 se reflejan las alzas de las tarifas de la energía eléctrica que se han experimentado en los últimos 4 trimestres, cabe mencionar, que los ajustes se aplican cada tres meses, mediante decretos aprobados por el Congreso Nacional. (Comisión Reguladora de Energía Eléctrica, 2018)

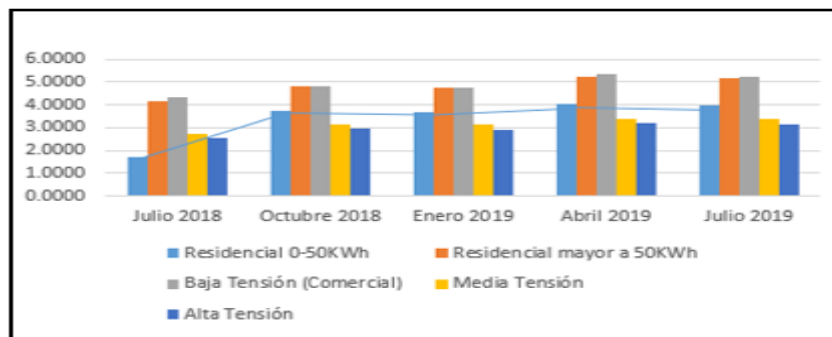


Figura 3. Comparativo de alzas /bajas de precios de la energía por sector

Fuente: (Elaboración propia en base a tarifas de la CREE, julio 2019).

Los altos costos de la energía eléctrica tienen un fuerte impacto para Seaboard Honduras, pues su consumo promedio mensual es de 7150 kwh y se ubica en el segmento de comercial baja tensión y el costo del kwh es de Lps. 5.23 según el tarifario publicado por la CREE. Debido a las constantes interrupciones del fluido eléctrico y a las alzas en la tarifa de energía, la empresa se ha visto en la necesidad de utilizar combustible para generar energía a través de plantas que alimentan el equipo refrigerado, ocasionando contaminación al ambiente y costos adicionales para la empresa.

El incremento de la tarifa de energía eléctrica estipulado en el pliego tarifario por la CREE Comisión Reguladora de Energía Eléctrica encargada de estipular el precio del kilovatio hora en Honduras, basa la estipulación del precio y su incremento según el alza internacional de los precios de los carburantes usados para la generación térmica bunker y diésel, como también otro factor que afecta es la devaluación acumulada de la moneda, y un tercer factor que es la estacionalidad de la energía hidroeléctrica, todos estos factores cambiantes son los que contribuyen de manera directa a la alza del precio de la energía, por lo que, es de esperar que el precio de la energía se encuentre en constante incremento en su valor. Cada tres meses la CREE, a petición de la ENEE, revisa las tarifas, Ese nuevo mecanismo entró en vigencia en junio de 2016 como parte de las recomendaciones del Fondo Monetario Internacional FMI (Comisión Reguladora de Energía Eléctrica, 2015).



Figura 4. Pliego tarifario costo de energía eléctrica abril 2019

Fuente: (Diario la Prensa,2019)

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Como base fundamental para realizar una inversión en un proyecto, es necesario realizar una investigación que permita determinar la viabilidad de la realización del proyecto. Por lo cual se realizará un estudio de prefactibilidad que permita determinar si se realiza o no el proyecto.

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La utilización de la energía solar es viable en cualquier tipo de edificación porque contribuye al desarrollo sostenible al utilizar una forma de energía ambientalmente responsable, desplazando energía de la red de distribución de la ENEE que se generan mayoritariamente con recurso fósiles y, en ciertas ocasiones con un excelente retorno financiero. (Andi, 2016, p.30)

La constante interrupción del fluido eléctrico por parte de la estatal eléctrica ENEE, y del operador del sistema nacional eléctrico EEH se debe a, que constantemente realizan suspensiones por mantenimientos programados a la red de distribución eléctrica. Estas interrupciones perjudican directamente a los usuarios porque entorpecen la operatividad normal del negocio atrasando todos los procesos que conllevan el uso de energía eléctrica afectando de manera directa el bolsillo de los usuarios.

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Plantear el problema no es sino afinar y estructurar más formalmente la idea de investigación (Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, 2006). A continuación, se plantea la formulación del problema de estudio de prefactibilidad de implementación de paneles solares en el plantel Seaboard Honduras, San Pedro Sula.

¿Es pre-factible la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula desde la perspectiva técnica, de mercado, legal y financiera?

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Cuáles son los requerimientos técnicos que se necesitan para la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula?
- 2) ¿Cuáles son los indicadores de mercado que inciden sobre la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula?
- 3) ¿Cuál es el marco legal que regulará la instalación de paneles solares en el plantel de Seaboard Honduras, San Pedro Sula?
- 4) ¿Cuáles son los recursos económicos requeridos para la implementación de paneles solares en el plantel Seaboard Honduras, San Pedro Sula?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos establecen lo que se pretende obtener con la investigación, por lo que son la meta a seguir en el trayecto trazado en el mapa, es importante no desviarse de lo que se pretende lograr para obtener el objetivo deseado. (Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, 2006)

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la prefactibilidad de implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula desde la perspectiva técnica, de mercado, legal y financiera.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Establecer los aspectos técnicos requeridos para la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula.
- 2) Identificar los indicadores de mercado que inciden en la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula.
- 3) Analizar el marco regulatorio hondureño y permisos necesarios para instalar el proyecto.

- 4) Elaborar un análisis económico que permita considerar, evaluar y decidir la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula

1.5 JUSTIFICACIÓN

Los avances tecnológicos están cambiando la manera de coexistir del ser humano y en especial la forma de combatir el calentamiento global, existe una preocupación por disminuir la contaminación ambiental que está afectando de manera drástica al planeta tierra y sus formas de vida. Muchos países alrededor del mundo le están apostando a los proyectos de generación de energía solar debido a los múltiples beneficios que proporciona tanto a las empresas como al medio ambiente.

El aumento de temperatura, derivada de la radiación solar apenas filtrada por la débil capa de ozono que nos queda, pone de manifiesto la urgencia de apostar por las energías renovables y limpias para abastecer las demandas energéticas del planeta, que se estima tendrá 8.500 millones de habitantes en el año 2030. Las cada vez más frecuentes olas de calor, las pertinaces sequías, las inundaciones producidas por manifestaciones climáticas cada vez más severas, están produciendo, no solamente desgracias humanas sino destrucciones masivas de paisajes naturales y urbanos de graves consecuencias para las regiones afectadas. En este contexto de cambios climáticos, la cumbre de París hace un llamado a la comunidad mundial para reducir drásticamente las emisiones de dióxido de carbono que son la causa principal de estos desastres climáticos. (Rendón, 2018)

Este proyecto se pretende realizar con el fin de que la empresa Seaboard Honduras pueda reducir el costo de la factura que paga a la estatal Empresa Nacional de Energía Eléctrica, así como evitar la interrupción de la energía que constantemente experimentan las empresas por los racionamientos de energía y los frecuentes apagones ocasionados por mantenimientos a las líneas de fluido eléctrico.

Desde el 2014 que se experimentaron los racionamientos de energía y que cada día era con mayor reincidencia, muchas empresas se vieron fuertemente afectadas, tal es el caso de los empresarios del litoral atlántico que su principal rubro son los productos perecederos, y al no contar

con el fluido eléctrico, sus productos se dañaron y se tuvo que botar porque no estaban aptos para consumo humano. A raíz de esta crisis energética, se empezó a decretar los incrementos a la tarifa eléctrica que de nuevo vino a impactar en los consumidores. La implementación de este proyecto representa para Seaboard Honduras un alivio al elevado costo de la energía eléctrica que permitirá reducir sus costos operativos.

1.6 VIABILIDAD DEL PROYECTO

Según los sondeos realizados se puede constatar que el estudio de Prefactibilidad de la instalación de paneles solares en Seaboard Honduras se considera que es viable por las siguientes razones:

- 1) El acceso a la información sobre el rubro se puede apreciar que es amplio, existe diversidad de información tanto local como global que se puede utilizar para realizar el estudio.
- 2) Existen múltiples empresas que pueden servir de referencia para la toma de decisiones de la instalación de los paneles solares.
- 3) Disponibilidad del recurso tiempo para realizar la investigación (limitado)
- 4) Existe disponibilidad de recursos humanos, materiales y financieros por parte de la empresa, para invertir al momento en que se determine que es factible el proyecto.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el capítulo anterior se realizó la definición del problema, se plantearon el objetivo general y los objetivos específicos y se formularon las preguntas de investigación, además se realizó la justificación del proyecto y la viabilidad. En el presente capítulo se hace un análisis de la situación actual a nivel global, regional y local para conocer la situación de los proyectos de paneles solares fotovoltaicos, también se encontró los fundamentos teóricos que avalan el proyecto de Prefactibilidad en la instalación de Paneles Solares Fotovoltaicos en el predio de Seaboard Honduras ubicado en la salida vieja a la Lima contiguo a Confecciones El Barón.

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Este análisis presenta información general que permite conocer desde el ámbito internacional y local, la situación de la investigación que se está realizando, aquí se determinan los métodos y las teorías que sustentan la investigación para tener una visión más amplia que permita poder tomar una decisión basada en los resultados obtenidos en el proceso investigativo.

2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO

Es innegable la importancia que en el panorama energético mundial tienen las energías renovables. Sin embargo, las energías renovables solo contribuyen con el 16 % del mercado mundial de energía, los combustibles fósiles contribuyen con el 81 % y la energía nuclear con el 2.8 %. El 16 % está compuesto por diversos tipos de energías consideradas como renovables, entre ellas, biocombustibles, biomasa, energía geotérmica, pequeñas hidroeléctricas, solar térmica, solar fotovoltaica y eólica. (Dávila,2012, p.5)

La energía fotovoltaica fue inicialmente usada para aplicaciones espaciales o para electrificación en lugares remotos. Pero desde la última década del siglo XX, sin embargo, se ha convertido en una tecnología en creciente desarrollo, con un aumento anual en la producción (y, por tanto, en las ventas e instalación), desde 1997, de más de un 30% anual. (Bayod Rújula, 2009)

En 2000, la potencia instalada a nivel mundial superó los 1.000 MWp, y en los países en vías de desarrollo más de medio millón de hogares se benefician ya de algún grado de electrificación a

partir de sistemas fotovoltaicos. En 2002, el proyecto de instalación fotovoltaica sobre el tejado más grande del mundo se realizó en Holanda, el tamaño del tejado fue de 2,3 mega watts de potencia (MWp). (Bayod Rújula, 2009 p.17)

Se espera que la población mundial aumente en 1,5 billones de personas para 2030, lo que incrementará la demanda de energía en un 35 % para ese mismo año, en el que el 80% de esa demanda aún será cubierta por energías no renovables. Visto de esta manera, el mercado de la energía es un negocio de crecimiento asegurado donde cualquier inversión será seguramente recuperada con creces. (Dávila,2012, p.5)

Las aplicaciones más prometedoras para la energía fotovoltaica son, por un lado, del sector de las grandes instalaciones, de tamaño de mega watts (MW), y, por otro, las pequeñas instalaciones (decenas de millones) de electrificación rural en países en vías de desarrollo, denominadas SHS, Solar Home Sistema, sin olvidar las instalaciones en edificios, conectadas a las redes públicas de distribución de electricidad. Añadido a esto, los sistemas fotovoltaicos pueden aportar más cosas además de la producción de electricidad, como son la mejora en aspectos estéticos de los edificios, la posibilidad de reemplazar materiales tradicionales de construcción (existen, por ejemplo, tejas fotovoltaicas), mejorar la calidad de suministro local, disminuir o retardar las inversiones requeridas para aumentar la red eléctrica, proporcionar puestos de trabajo, etc., lo que constituye un valor añadido. (Bayod Rújula, 2009 p. 17)

Según lo expresado en el párrafo anterior, podemos decir que además de generar ahorros por consumo energético a las empresas también ayudan a proteger sus techos, lo que también representa un beneficio adicional, porque alarga la vida útil de sus instalaciones.

La energía solar no es una energía alternativa: es la energía, según palabras de Hermann Scheer. La energía solar proviene de la fusión de átomos de hidrógeno en helio que se produce en el gran reactor solar, y que se transmite en forma de radiación electromagnética. La energía que llega a la atmósfera terrestre, a 150 millones de kilómetros del Sol, es una constante, llamada constante solar, y equivale a 1.353 watts por metro cuadrado (W/m^2). De esta radiación, parte es rechazada y parte absorbida por la propia atmósfera, llegando a la superficie terrestre aproximadamente unos 900 $Watt/m^2$ que es la energía útil aprovechable. (Fondevilla & Scarpelini,

2013, p.184)

El párrafo anterior lo podemos interpretar de la siguiente forma: la energía solar no es el futuro, es el presente, las empresas están trasladándose a la energía solar fotovoltaica por tratarse de proyectos cuya rentabilidad está asegurada.

Por otra parte, la electrificación rural convencional en países en vías de desarrollo es de poco interés para las compañías eléctricas, debido al alto costo de las líneas eléctricas junto con las comparativamente bajas cifras de venta de electricidad (aparte de otros inconvenientes, como por ejemplo medioambientales, de impacto en la construcción de líneas, etc.). Aquí la energía FV tiene también fuertes posibilidades de crecimiento. No obstante, en este sector el crecimiento del mercado es inferior al esperado, debido a diversos factores que obstaculizan, como son, la posibilidad de financiación, los servicios post venta poco desarrollados en esas zonas, falta de información, etc. (Bayod Rújula 2009 p.18).

El crecimiento del mercado fotovoltaico mundial anual (producción de módulos fotovoltaicos) en los últimos años es muy elevado, del orden del 40% anual, como se muestra en la

figura

5

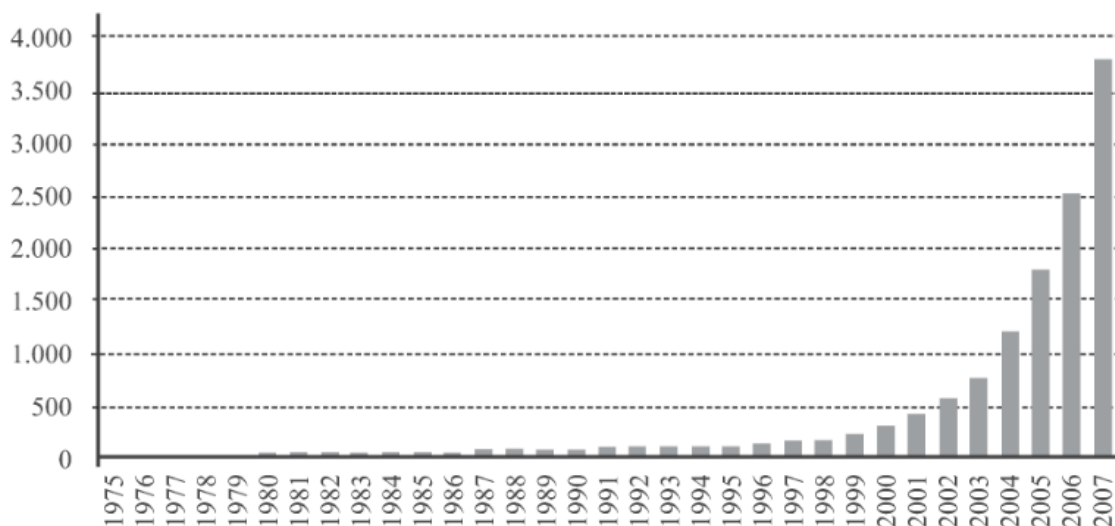


Figura 5. Evolución de la producción fotovoltaica en el mundo

Fuente: (Bayod Rújula, 2009)

Los datos de la potencia instalada en el mundo, mediante sistemas solares fotovoltaicos, varían según las fuentes consultadas. Greenpeace y la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica (EPIA) calculan en el informe Solar Generation V 2008 que la potencia fotovoltaica total instalada alcanzó los 9.162 MWp, en 2007, resultado de la evolución que se muestra en la figura 6

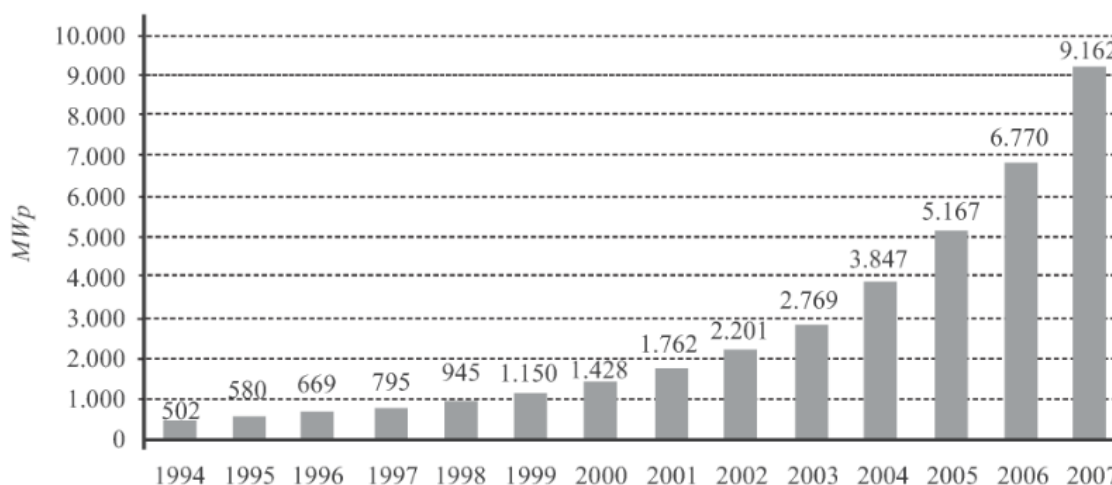


Figura 6. Evolución de la potencia Fotovoltaica instalada en el mundo

Fuente: (Bayod Rújula, p.19)

En la Unión Europea se tenía el objetivo de alcanzar los 3 GWp (3.000 MWp), para el año 2010, objetivo que fue superado en 2006, y en Japón se esperaba superar los 5GWp para esa fecha. Las perspectivas son que este crecimiento va a ser sostenido. (Bayod Rújula 2009 p. 19)

Por países, Alemania ha venido liderando el mercado fotovoltaico (a pesar de no disponer de una radiación solar muy elevada). En segundo lugar, se encuentra Japón. Se muestra, a continuación, la potencia que había instalada en la Unión Europea en los últimos años según algunas fuentes. Datos de España más precisos, se mostrarán en el siguiente epígrafe. (Bayod Rújula 2009 p. 20).

Tabla 1. Potencia fotovoltaica instalada en la Unión Europea (MWp)

<i>Pais</i>	<i>Potencia instalada (MWp) en países de la UE</i>					
	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>
Alemania	277,6	431	794	1.910	2.743,000	3.846,000
España	20,42	26,911	38,696	57,6	174,995	515,815
Italia	22,0	26	30,3	46,3	50,000	100,200
Holanda	26,33	43,44	47,74	50,776	52,705	55,005
Francia	17,05	14,245	20,119	26,273	33,865	46,659
Austria	10,34	16,833	19,833	24,021	25,585	28,600
Luxemburgo	1,57	13	26	23,561	23,696	23,793
Portugal	1,67	2,069	2,275	2,989	3,416	17,870
Reino Unido	4,14	5,903	7,803	10,877	14,260	17,660
Grecia	2,37	3,244	4,544	5,444	6,695	9,170
Bélgica	0,73	0,927	1,461	2,058	4,161	6,161
Suecia	3,30	3,8	4,14	4,237	4,850	6,150
Finlandia	3,05	3,402	3,702	4,002	4,521	5,000
Rep. Checa						3,961
Dinamarca	1,59	1,845	2,245	2,65	2,900	3,12
Chipre						1,700
Resto						<MWp (c.u.)
Total UE	392,15	593,584	1.004,063	2.172,826	3.148,292	4.689,496

Fuente: (Bayod Rújula, 2009, p.20)

En cuanto a la fabricación, en 2007, se produjo en Europa algo más de la cuarta parte de las células fotovoltaicas (28,5% del total mundial en 2007). En Japón el 24,6%; en China se produjo el 22%; en Taiwán el 9,96%; un 7,1% en los Estados Unidos, un 1,1% en India y en el resto del mundo un 6,8%. Resulta importante conocer cuáles son las compañías líderes a nivel mundial en la producción de módulos y células fotovoltaicas (ver tabla 1.2). Existen más fabricantes entre los que se puede citar Schott Solar (RWE, ASE) (Alemania), Photowatt (Francia), Kanaka, Matsushita, Hoxan, Canon, todos ellos de Japón, Eurosolar (Italia), Intersolar (UK), Dunasolar (Hungría), Helios (Italia); Free Energy Europe (Holanda), Konkar (Croacia), R&S (Holanda), ENE (Bélgica), etc. (Bayod Rújula, 2009 p. 20).

En el año 2008, el sector fotovoltaico experimentó un «boom», multiplicando hasta por nueve sus propios objetivos, alcanzando los 3.000 MW de potencia instalada, e incluso superando a Alemania como primer mercado fotovoltaico del mundo. Pero con la publicación del Real Decreto 1587/2008, del 26 de septiembre de 2008, se ha pasado a un crecimiento mucho más moderado,

planificado temporalmente tanto en la capacidad instalada como en la evolución de las tarifas de retribución del kWh de origen fotovoltaico. En particular, en 2009 y 2010 se instalaron con conexión a red unos 500MW cada año, es decir, menos de la cuarta parte de lo instalado en 2008. (Bayod Rújula, 2009, p.23)

Una de las principales ventajas de la energía solar fotovoltaica es que se trata de una energía limpia, sin gran incidencia negativa en el medioambiente. Al no producirse ningún tipo de combustión, no se generan contaminantes atmosféricos en el punto de utilización, ni se producen efectos como la lluvia ácida, efecto invernadero por CO₂, etc. Tampoco se produce alteración de los acuíferos o aguas superficiales ni por consumo, ni contaminación por residuos o vertidos. Su incidencia sobre las características fisicoquímicas del suelo o erosionabilidad es nula. Al ser una energía fundamentalmente de ámbito local, evita pistas, cables, postes, no se requieren grandes tendidos eléctricos, y su impacto visual es reducido. Tampoco tiene unos requerimientos de suelo necesario excesivamente grandes (1 kWp puede ocupar entre 10 y 15 m²). Prácticamente se produce la energía con ausencia total de ruidos. Además, no precisa ningún suministro exterior (combustible) ni presencia relevante de otros tipos de recursos (agua, viento). (Bayod Rújula, 2009. p 16)

Para una persona ajena a la explotación donde se produce la generación eléctrica, no se puede hablar de que se le causen daños, salvo temas medioambientales como el posible impacto visual a los propietarios de terrenos o instalaciones anexas, reflejos momentáneos de la superficie de paneles, etc. La instalación de los paneles que es removible no causa daños en ningún caso a la riqueza pecuaria, ni a la riqueza agrícola o forestal existentes salvo casos excepcionales que igualmente son controlados, cuando procede, por la evaluación del impacto ambiental. El potencial daño medioambiental se evalúa por normativa independiente específica a nivel estatal y autonómico. La actividad fotovoltaica se puede decir que, para las personas y sus propiedades, no es nociva.

Bajo el escenario de Ecofys (Consultoría Global de Energía), para el año 2050 la demanda de energía será un 15% menor de lo que es hoy en día; aun cuando la población, la producción industrial, los viajes de pasajeros y el transporte de carga vayan en aumento. Las ambiciosas medidas de ahorro de energía nos permitirán hacer más con menos, si se adoptan las siguientes

medidas: a) La industria utilizará más materiales reciclados y más eficientes energéticamente. b) Los edificios serán construidos o actualizados para requerir un mínimo de energía para calefacción y refrigeración. c) Habrá medios más eficientes de transporte." (Martínez Rubio, 2016)

Al decir que para el 2050 el consumo energético va a ser menor a pesar del incremento en la población, significa que, debido a los avances tecnológicos, se están fabricando paneles fotovoltaicos tan eficientes que, con el mínimo de energía solar los aparatos que utilizamos van a funcionar a la perfección, y eso va a reflejarse en una reducción del consumo eléctrico. En la figura 7 se muestra como está compuesto el consumo mundial de energía incluidos todas las fuentes de generación que existen.

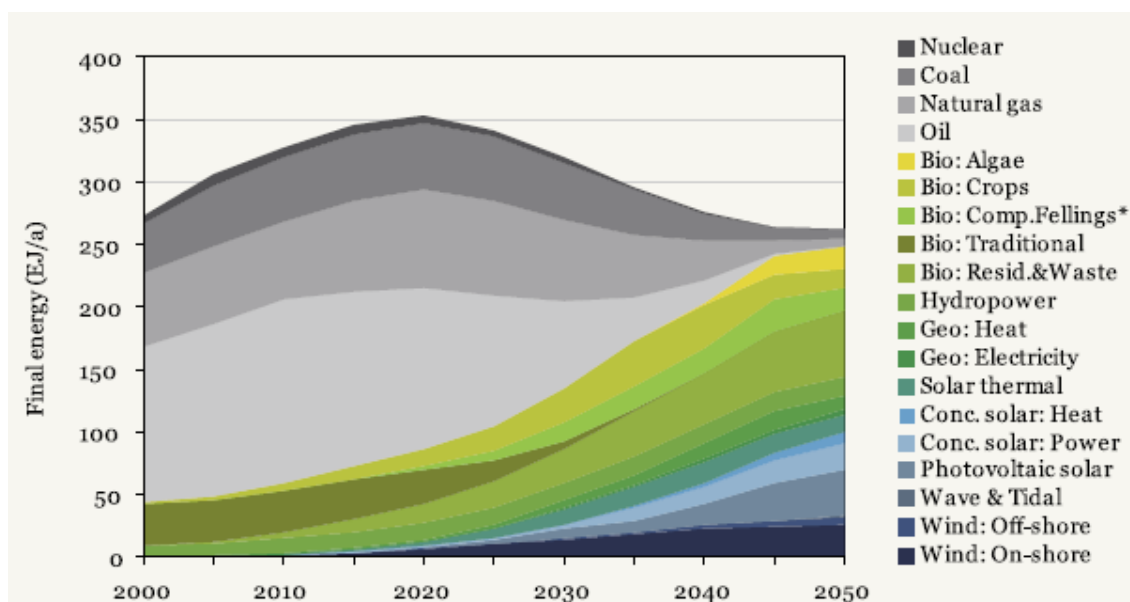


Figura 7. Composición consumo mundial de energía

Fuente: (Martínez Rubio, 2016)

Las restricciones en la red eléctrica explican el por qué las opciones de energía renovable no se utilizan plenamente, a pesar de que el despliegue potencial supera a la demanda. La razón por la cual dicho potencial no se utiliza plenamente es porque las redes eléctricas de transporte y distribución necesitan tiempo para adaptarse a los nuevos sistemas de generación que conllevan casi todas las energías eléctricas de origen renovable. (Martínez Rubio, 2016, p.12)

En la figura 8 podemos apreciar que aún queda mucho por hacer para aprovechar al máximo

los recursos solares, como podemos ver en los gráficos, en el 2050 el potencial de energía solar va a ser bastante alto, debido a la eficiencia de los aparatos eléctricos, como lo mencionábamos en párrafos anteriores.

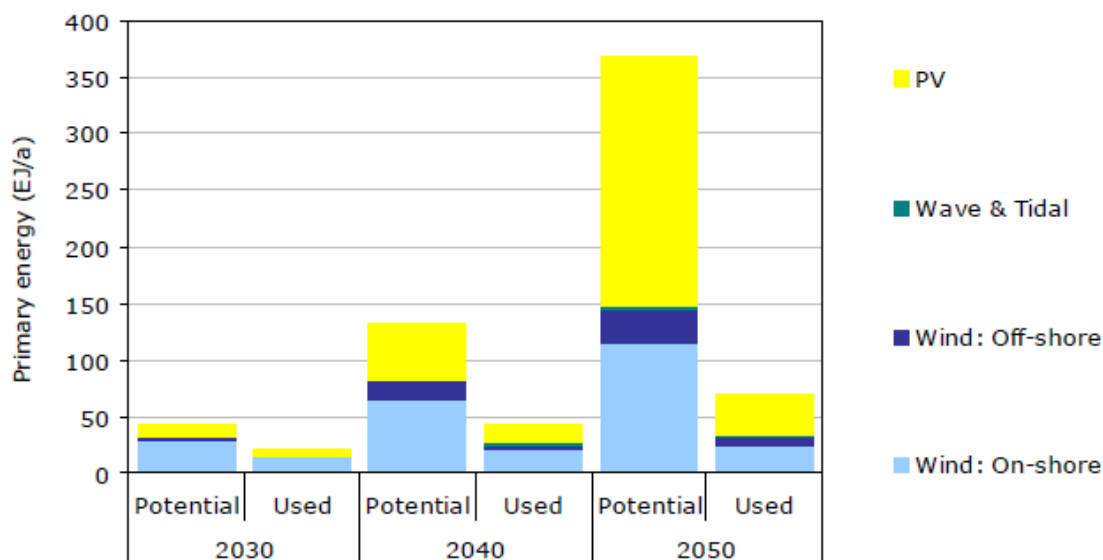


Figura 8. Recursos Potenciales vs. recursos utilizados

Fuente: (Martínez Rubio, 2016)

Cerca de 100 expertos gubernamentales, de la industria, del mundo académico, de las instituciones financieras y grupos civiles de todo el mundo se reunieron en la Agencia Internacional de Energía el 29 de abril de 2016 para asesorar sobre la mejor manera de aprovechar las energías renovables para luchar contra el cambio climático, mejorar la seguridad energética y reducir la contaminación del aire local. La Agencia Internacional de Energía (IEA), organizó el taller de alto nivel en materia de energía renovable para analizar en profundidad la importancia y problemática de la energía renovable en la edición 2016, conclusiones que se publicaron en la principal publicación de la agencia World Energy Outlook de noviembre 2016. El objetivo perseguido es informar a los responsables políticos sobre los desafíos y oportunidades para el despliegue de las energías renovables para generación de electricidad y otros usos.

2.1.1.1 NIVELES DE RADIACIÓN

El sol es una fuente constante de energía, con una antigüedad de aproximadamente 6.000 millones de años, se prevé que su vida solar sea de unos 5.000 millones de años más. La radiación solar no es uniforme en toda la tierra y varía según la región, por ejemplo, en Europa la radiación solar oscila bastante entre la zona sur y la zona norte, en la zona norte tenemos una radiación entre 700 y 1.200 kWh/ (m² # año) y en la zona sur entre 1.700 y 1.900 kWh/ (m² # año). En las regiones desérticas, cerca de los trópicos, la irradiación anual puede alcanzar un valor total de 2.300 kWh/ m² # año). (Tobajas Vásquez p.37)

La práctica habitual de los proyectistas y promotores de energía solar es acudir a bases de datos de irradiación para poder realizar diseños, simulaciones y modelos de negocio de este tipo de tecnología. Sin embargo, desde hace varios años, existen estaciones de medición con instrumentos calibrados para poder evaluar el recurso solar de un determinado emplazamiento terrestre. Estos datos terrestres suelen ser utilizados a su vez para generar bases de datos de irradiación. (Martínez Rubio,2016)

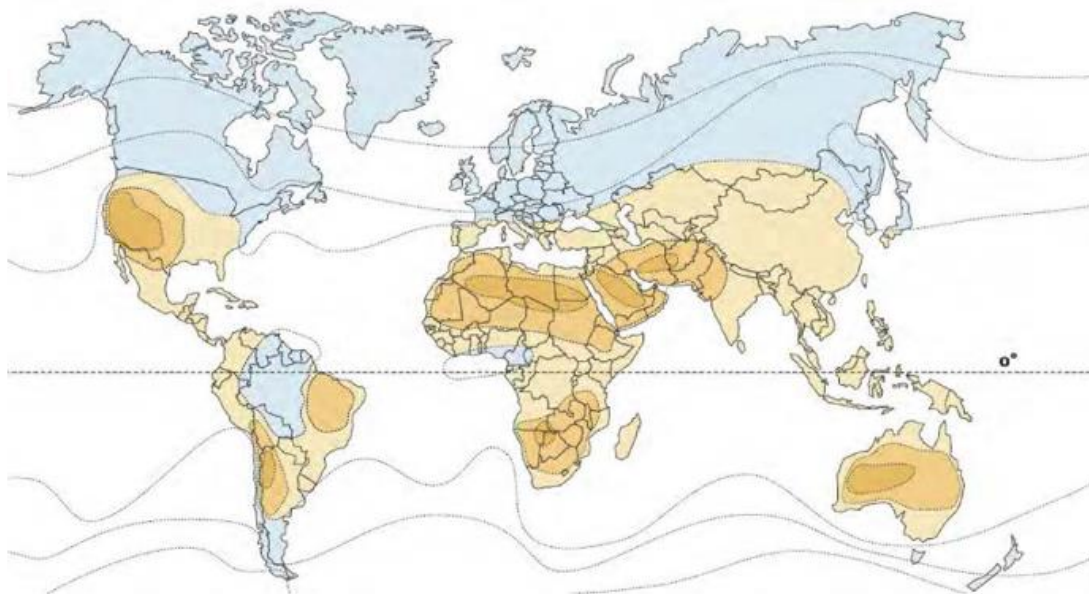


Figura 9. Irradiación Global Anual

Fuente: (Martínez Rubio, 2016)

En algunos casos de grandes proyectos, de varios mega watt de potencia, es muy habitual que se realicen durante un par de años registros en el emplazamiento del futuro proyecto, para corroborar los valores de irradiación establecidos. Como norma se toma una radiación solar llamada Constante Solar, se denomina así a la energía que por unidad de tiempo se recibe fuera de la atmósfera terrestre sobre la unidad de superficie perpendicular a la dirección de los rayos solares en su distancia media. En la figura 9 se muestra el mapa de la radiación solar global, donde se pueden apreciar los países que tienen mayor potencial para instalar proyectos fotovoltaicos. El valor que se admite actualmente es una irradiancia de 1.353 W/m^2 , que corresponde a un valor máximo en el perihelio de 1.395 W/m^2 y un valor mínimo en el afelio de 1.308 W/m^2 . (Tobajas Vásquez p.37)

En la figura 10 podemos apreciar la variación de radiación solar por mes, y se puede ver que los meses que tienen menor radiación solar se encuentran entre mayo y agosto, para efectos de instalación solar fotovoltaica se debe considerar esta información.

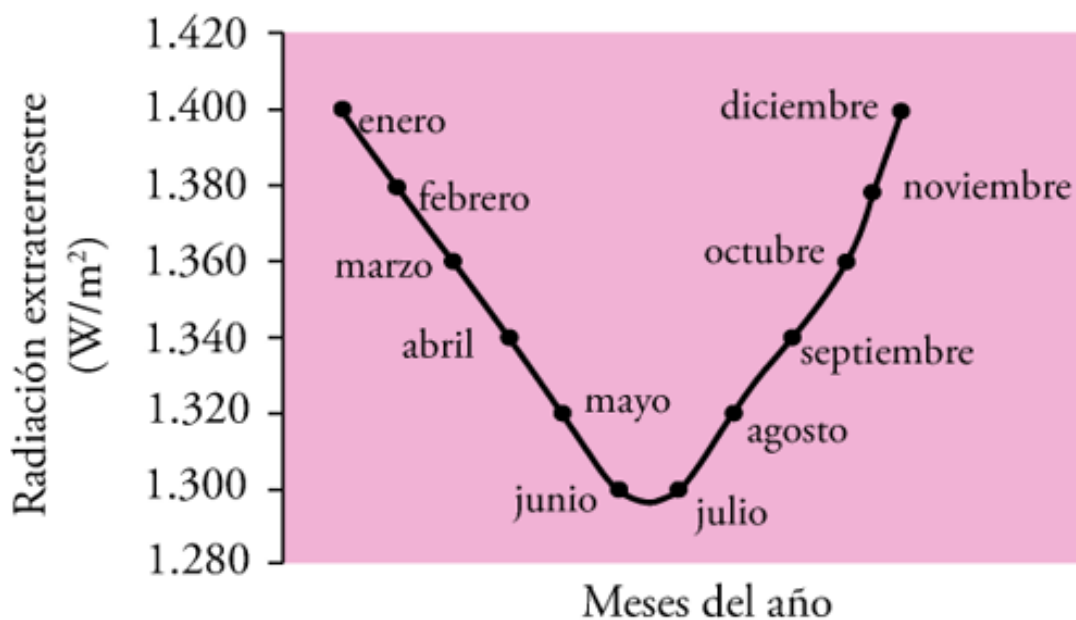


Figura 10. Variación de la radiación solar

Fuente: (Tobajas Vásquez p.37)

2.1.1.2 ENERGÍA SOLAR Y RENOVABLE EN CENTRO AMÉRICA

Durante 2018 las fuentes renovables aportaron el 60,7% de la producción de electricidad en los ocho países del SICA, lo que representa una cifra récord (medio punto porcentual más alto que el valor registrado en 2017). Ha continuado la instalación de nuevas centrales renovables, sin embargo, debe resaltarse que, durante 2018 un régimen de lluvias favorable en El Salvador, Honduras y Panamá posibilitó una mayor producción hidroeléctrica (el segundo registro histórico más alto). La participación porcentual de dichas fuentes renovables, por país, fue: 98,6% en Costa Rica; 82,7% en Belice; 78,3% en Panamá; 76,5% en El Salvador; 67% en Honduras; 61,7% en Guatemala; 57% en Nicaragua, y 15,1% en la República Dominicana. SICA, (2018)

Según el informe del Sistema de integración Centro Americana (SICA,2018), la producción total de electricidad fue ligeramente superior a 70.000 GWh (70,2 TWh) en Centro América, representando un crecimiento de 2,1% con respecto a 2017 (lo que se acentúa una tendencia de desaceleración en el trienio 2016-2018). El monto referido de producción de electricidad se desglosa en las siguientes participaciones:

- 1) Por países: la República Dominicana (23,9%); Guatemala (17,8%); Costa Rica (16,2%); Panamá (15,8%); Honduras (12,6%); El Salvador (7,2%); Nicaragua (6%), y Belice (0,6%). El 75,5% (53.000 GWh) corresponde a los seis países del SIEPAC.
- 2) Por tecnología: hidroeléctrica (40,7%); termoeléctrica convencional a base de combustibles fósiles (39,3%); eólica (7%); geotérmica (5,2%); cogeneración con residuos biomásicos (5,1%); solar fotovoltaica (2,6%), y una muy pequeña participación de biogás en vertederos o rellenos sanitarios urbanos (0,1%). Ello representó una participación del 60,7% de las energías renovables (versus 39,3% para los combustibles fósiles). (SICA,2018, p.13)
- 3) Las cifras registradas en los últimos años muestran un rumbo significativo en el sendero de la diversificación a favor de las energías renovables (en 2014 representaban 50,9%). También en los combustibles fósiles se observa una menor participación de los derivados del petróleo y un incremento de la participación del carbón y del gas natural. (SICA,2018, p.13)
- 4) Del total de energía renovable producida en 2018 en los países del SICA (42.621 GWh), la participación por países fue de la siguiente forma: Costa Rica (26%); Panamá (20%); Guatemala (18%); Honduras (14%); El Salvador (9%); la República Dominicana (6%);

Nicaragua (6%), y Belice (1%). La hidroeléctrica continúa representando el principal recurso renovable (67%), seguido de las energías renovables variables (solar y eólica, 16%), geotermia (9%) y biomasa (8%). Por países, destacan los siguientes números:(SICA, 2018, p.13)

- 5) Costa Rica tuvo un despacho de energía exclusivamente renovable durante 312 días del año (2018).
- 6) La energía geotérmica representó el 29% de la energía eléctrica producida en El Salvador.
- 7) Las energías renovables variables (solar y eólica) participaron con 22% en Honduras y 19% en Nicaragua.
- 8) La cogeneración con biomasa en la agroindustria azucarera representó el 14% de la producción eléctrica en Guatemala. (SICA, 2018 p.14)

Del total de energía producida con hidrocarburos y combustibles fósiles en 2018 (27.559 GWh), la participación por países fue la siguiente: la República Dominicana (52%); Guatemala (17%); Honduras (11%); Panamá (9%); Nicaragua (6%), y El Salvador (4%). La producción termoeléctrica convencional de Costa Rica (1%) y Belice fue muy pequeña (sin embargo, significativa para el segundo país), por lo que no alcanza a figurar dentro de las cifras de la subregión. Las fuentes fósiles tuvieron las siguientes participaciones:

- 1) Los derivados del petróleo (en su mayor parte fuel oil o combustóleo) representaron el 21,6% de la energía producida en los países del SICA, seguidos por el carbón (9,6%) y el gas natural (8,1%).
- 2) Por países y por fuente fósil, se registraron las siguientes participaciones sobre la producción nacional de energía:
 - a. Derivados del petróleo: la República Dominicana (42,6%), Nicaragua (43%); Honduras (29,4%); El Salvador (23,5%); Belice (17,3%); Panamá (11,8%), y Guatemala (7,1%).
 - b. Carbón: Guatemala (31,2%); la República Dominicana (12,1%); Panamá (4,4%), y Honduras (3,6%).
- 3) 2.3. Gas natural: la República Dominicana (30,2%) y Panamá (5,6%)

La capacidad instalada en 2018 de la subregión fue de 22.182 MW, cifra 6,1% más alta que la registrada en 2017. El mayor parque generador de la subregión corresponde a Guatemala

(18,7%), seguido por Panamá (18,6%); la República Dominicana (18%); Costa Rica (16,3%); Honduras (11,9%); El Salvador (9,2%); Nicaragua (6,6%), Belice (0,7%). (Sica, 2018, p.13)

De acuerdo con la información oficial preliminar, los países del SICA reportaron (entre adiciones de nuevas centrales e incrementos en algunas existentes) un incremento neto de 1.275 MW, cifra que tiene descontados los retiros de varias centrales en su mayor parte termoeléctricas, por obsolescencia o finalización de contrato. Destacan dos grandes inversiones termoeléctricas realizadas en Panamá. Por tecnología, los principales incrementos de capacidad se resumen a continuación: (SICA, 2018, p.14)

- 1) 381 MW térmicos a gas natural en Panamá (ciclo combinado AES Colón y terminal Costa Norte, para la recepción de gas natural licuado)
- 2) 300 MW de una carboeléctrica en Panamá, cuyo objetivo principal es proporcionar energía a un proyecto minero de cobre de gran escala (mina de cobre -Cobre Panamá- de la empresa minera canadiense First Quantum Minerals)³;
- 3) 270 MW con nuevas tecnologías fotovoltaicas (106 MW en El Salvador, 46 MW en Panamá, 59,9 MW en Honduras, 58 MW en República Dominicana);
- 4) 110 MW eólicos (30,2 MW en Costa Rica; 31,5 en Guatemala, y 48,3 en la República Dominicana);
- 5) 136 MW hidroeléctricos (61,4 MW en Guatemala; 44,5 MW en Costa Rica, y 30 MW en Honduras);
- 6) 57 MW de cogeneración en la industria azucarera (17,8 MW en Guatemala; 27,2 MW en El Salvador, y 12,5 MW en Costa Rica);

Por países, se estiman las siguientes tasas de crecimiento del consumo de la electricidad: 2,7% en la República Dominicana; 3,1% en Guatemala; 3,3% en Belice; 1,9% en Panamá; 1,9% en El Salvador, y 1% en Costa Rica. Nicaragua y Honduras habrían tenido decrecimientos de acuerdo con las cifras preliminares. No se cuenta con información suficiente para determinar las causas de ese comportamiento, sin embargo, además de los aspectos relacionados con la actividad económica, en algunos países no deben descartarse los efectos de la generación distribuida y autoconsumo de energía. Parte del consumo no llega a percibirse por la medición tradicional de las empresas

distribuidoras de electricidad. (SICA, 2018, p.15)

El comercio intrarregional por los países que conforman el mercado eléctrico regional (MER) del SIEPAC tuvo un incremento de alrededor del 27% (similar al registrado en 2016 y 2% superior al de 2017). Tres países lideraron las ventas regionales, con las siguientes cifras de exportación neta: Guatemala con 1.675 GWh, Panamá con 312 GWh y Costa Rica con 242 GWh. Los otros tres países fueron compradores, con las siguientes cifras de importación neta: El Salvador con 1.759 GWh, Honduras con 364 GWh y Nicaragua con 201 GWh. En esos tres países una parte de su demanda de energía eléctrica fue servida con importaciones del MER (26%, 4% y 5% respectivamente). (SICA, 2018, p.16)

Durante 2018, las exportaciones de México hacia Guatemala fueron de alrededor de 784 GWh, en tanto que las importaciones se situaron en el orden de 673 GWh, con lo que el balance del segundo país es de una importación neta de 111 GWh. Las cifras anteriores muestran una diferencia sustancial en comportamiento de las transacciones entre esos dos países. Por primera vez se registra un comercio bilateral, en ambos sentidos, de magnitud comparable. En 2017 Guatemala importó alrededor de 817 GWh de México, siendo sus exportaciones hacia ese país de 104 GWh (balance de importación neta de 713 GWh). Una porción apreciable de las importaciones de Guatemala ha provenido de una central generadora construida con propósito de exportación, ubicada en el norte de México. (SICA, 2018, p.16)

Belice mantiene sus importaciones desde México en niveles similares durante los últimos siete años. En 2018 esas importaciones fueron de 235 GWh, permitiendo satisfacer alrededor del 36% de la demanda de electricidad dicho país. (SICA, 2018 p.16)

En resumen, según la información que muestra sobre el consumo y generación de energía en la región Centroamericana y el caribe, se puede apreciar que al igual que el resto de países del mundo, también en esta región se está apostando por la producción de energías limpias, países como el Salvador, Panamá, Honduras y República Dominicana instalaron durante el 2018, 270 mega watts en parques solares fotovoltaicos.

2.1.1.3 RECURSO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LOS PAÍSES DE HABLA HISPANA EN AMÉRICA CONTINENTAL

El recurso solar como base para la generación de energía eléctrica por medio de sistemas fotovoltaicos posee un gran potencial en América Latina, dadas sus condiciones geográficas y climáticas. La figura 11 muestra un mapa de radiación global en la región tomado de Solar Gis Maps of Global Horizontal Irradiation Latin America en donde se puede apreciar que toda la región es propicia para poder aprovechar la luz del sol para convertirla en energía. Adicionalmente, la tabla 2 muestra un resumen del rango específico de radiación que se presenta en cada uno de los países analizados en este estudio (con su respectiva fuente de información), los cuales se han denominado “países de habla hispana de América Continental”. Es importante destacar que algunos presentan rangos más grandes que otros, lo cual se debe a factores como la extensión del país, las condiciones estacionales y por supuesto las condiciones de cada región particular. (García Gómez, 2016)



Figura 11. Radiación Global en América Latina y el Caribe

Fuente: (Dávila, 2016)

Tabla 2. Rango de Radiación por país.

PAÍS	RANGO DE RADIACIÓN (KWH /m2)
ARGENTINA	2-7.5
CHILE	3-7.5
ECUADOR	4.2
GUATEMALA	3.5-7.5
HONDURAS	3.5-6.2
MÉXICO	4.4-6.3
NICARAGUA	4-6.5
PERÚ	3.5-6.5
EL SALVADOR	4-6
URUGUAY	2.1-6.7
VENEZUELA	4-6
PANAMÁ	3.8-6.9
BOLIVIA	4.2-6.3
PARAGUAY	3-6.5
COLOMBIA	2-5.7

Fuente: (Dávila, 2016)

Centroamérica ha visto prometedoras inversiones nuevas en energía renovable, tanto en tecnologías a gran escala como tecnologías vinculadas a la red, por ejemplo, energía geotérmica, de biomasa, eólica y solar, así como en tecnologías a nivel del hogar y fuera de la red. Pero la mayoría de los países de la región tiene planes para incrementar sus importaciones de petróleo y algunos están explorando un mayor uso de carbón y gas natural en su matriz energética. (Dolezal, Majano & Palencia, 2013 p.10)

Centroamérica tiene el potencial de satisfacer el 100% de sus necesidades de electricidad con energía renovable, siempre que se cuente con las políticas, incentivos y apoyo político apropiados. El potencial estimado de energía geotérmica de la región es más de 20 veces su capacidad instalada actual y la energía geotérmica por sí sola podría satisfacer casi el doble de la demanda de electricidad prevista para la región hasta el año 2020. Las instalaciones existentes de energía eólica a nivel de la región utilizan en la actualidad menos del 1% del potencial del recurso disponible, incluso según estimaciones conservadoras, y la mayoría de los países centroamericanos cuenta con 2-3 veces más de radiación solar anual que con la que cuentan los líderes mundiales de energía solar, tales como Alemania e Italia. También existe un considerable potencial regional para la

energía hidroeléctrica en pequeña escala, la conversión de desechos a energía y la bioenergía. (Dolezal, Majano & Palencia,2013 p.10, p.10)

De este enunciado podemos decir que las grandes compañías petroleras, tienen un gran poder económico, por ende, tienen el control para hacer que los combustibles fósiles se sigan utilizando a pesar de estar obsoletos y de generar grandes contaminaciones al ambiente a través de la emisión de gases. Y debido a que el uso del petróleo representa para estas compañías una jugosa ganancia, entonces no les conviene que la energía limpia o renovable alcance su potencial, a pesar de ser más rentable. Mientras los gobernantes que dirigen los estados no tomen conciencia de lo urgente que es moverse a las energías renovables, y en especial la solar, se continuará deteriorando nuestro planeta

2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO

Honduras se encuentra ubicada en el centro de Centroamérica. A pesar de su situación económica, el país cuenta con amplias fuentes de energías renovables, principalmente de origen hídrico, aunque debido a su posición geográfica, también posee un no despreciable potencial eólico, solar y geotérmico. En la tabla 3 se muestra un resumen de los principales proyectos de energía solar que se han instalado en Honduras, principalmente en la zona sur del país.

Tabla 3. Proyectos en Honduras.

PROYECTO	POTENCIA
Planta Solar Pavana	24 MW
Planta solar Marcovia Fase I	35 MW
Aura Solar II	61 MW
Agua Fría	60 MW
Nacaome	73,2 MW
Valle	73.2 MW
Fotersa	70 MW

Fuente: (García Gómez 2016)

2.1.2.1 DEMANDA DE ENERGÍA Y PROYECCIONES

La eficiencia energética en Honduras sigue siendo una novedad y son pocos los proyectos que se implementan en esta área, frecuentemente gracias a programas específicos creados por agencias de cooperación internacional o a través de fondos provistos por países desarrollados. Mientras tanto, la demanda de electricidad continúa incrementándose anualmente de forma acelerada, misma que se utiliza en gran parte, para suplir necesidades en edificios residenciales y viviendas unifamiliares. (Andi,2016, p.13)

En la figura 12 se puede apreciar cómo ha ido en incremento la demanda de energía desde el año 2006 hasta el 2018, lo que hace que en Honduras se busque una solución viable por medio de la energía solar para lograr satisfacer la demanda actual.

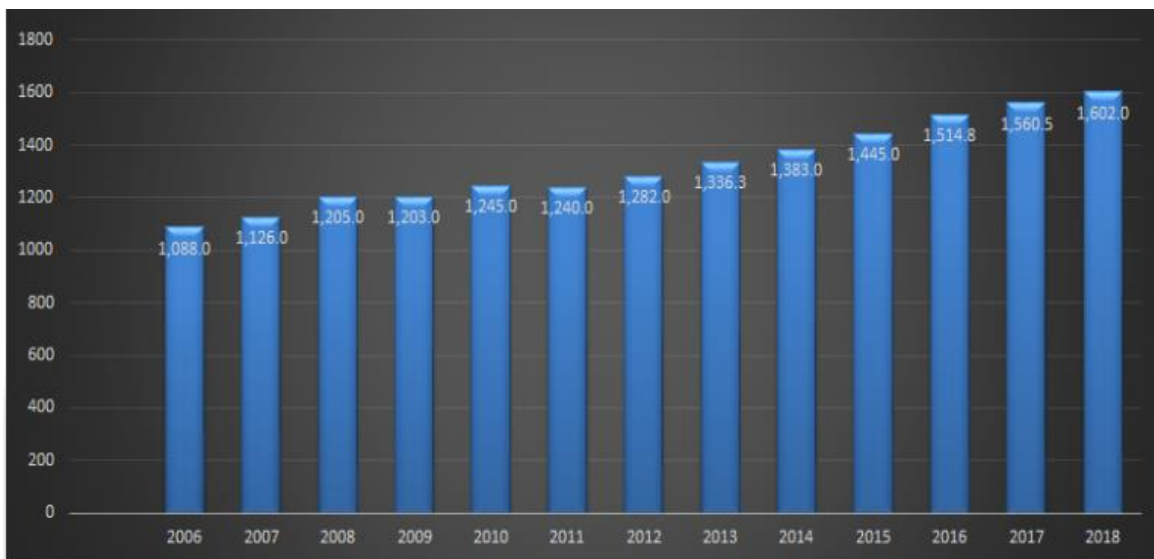


Figura 12. Demanda de energía del 2006 al 2018.

Fuente: (Asociación Hondureña de Pequeños Productores de Energía Renovable, 2019)

2.1.2.2 IRRADIACIÓN SOLAR EN HONDURAS

La intensidad de la radiación solar varía de acuerdo con el lugar, hora, estación, nubosidad y contenido de polvo en la atmósfera. El recurso solar de un lugar se caracteriza en términos de la irradiación y la insolación y esto es la materia prima para generar energía eléctrica en un sistema

fotovoltaico. (Farrington 1977)

En este caso se tomó esta información de la irradiación porque según algunos textos mencionan que la irradiación de un año cualquiera, por ejemplo 1,990 es la misma que en el año 2018 (Tutorial del programa simulador fotovoltaico PVsyst).

La insolación es la cantidad de energía solar recibida sobre una superficie durante un intervalo de tiempo usualmente por día o por hora. COTA et al, 2003. La superficie captadora en este caso el arreglo fotovoltaico, recibe mayor irradiación cuando se oriente directamente al sol y no hay obstáculos que le proyecten sombra

En un día despejado la irradiación en una superficie perpendicular al sol alcanza un máximo de 1.0 a 1.2 KW/m² al medio día” Este intervalo de irradiación es menor a la constante solar ya que al pasar por la atmósfera es absorbida y dispersada por sus moléculas mayormente pequeñas gotas de agua de las nubes y partículas de polvo. Para dimensionar sistemas fotovoltaicos es necesario conocer la insolación diaria promedio, preferiblemente para cada mes del año. La insolación diaria promedio comúnmente se expresa en horas solares pico (HSP). Una HSP es la energía recibida durante una hora a una irradiación solar promedio de 1 KW/m². Es decir que una HSP es igual a 1 KW - h/m². (Cota,2003 p. 7).

Este concepto se puede visualizar más fácilmente en la figura 13

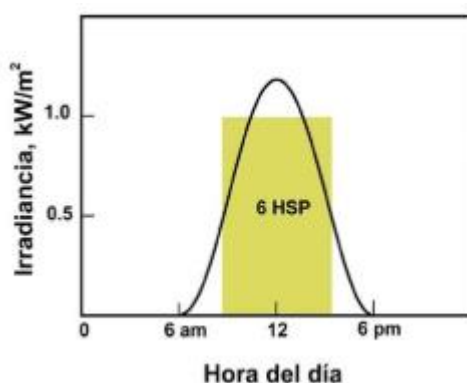


Figura 13. Irradiancia e insolación

Fuente: (Cota, 2003)

Las HSP y no las horas de luz son relevantes para el diseño de sistemas fotovoltaicos por lo que se utiliza el mapa de heliofanía donde nos muestra las horas solares pico del lugar para la instalación de los paneles colectores. El siguiente mapa muestra las HSP para las distintas regiones de nuestro país

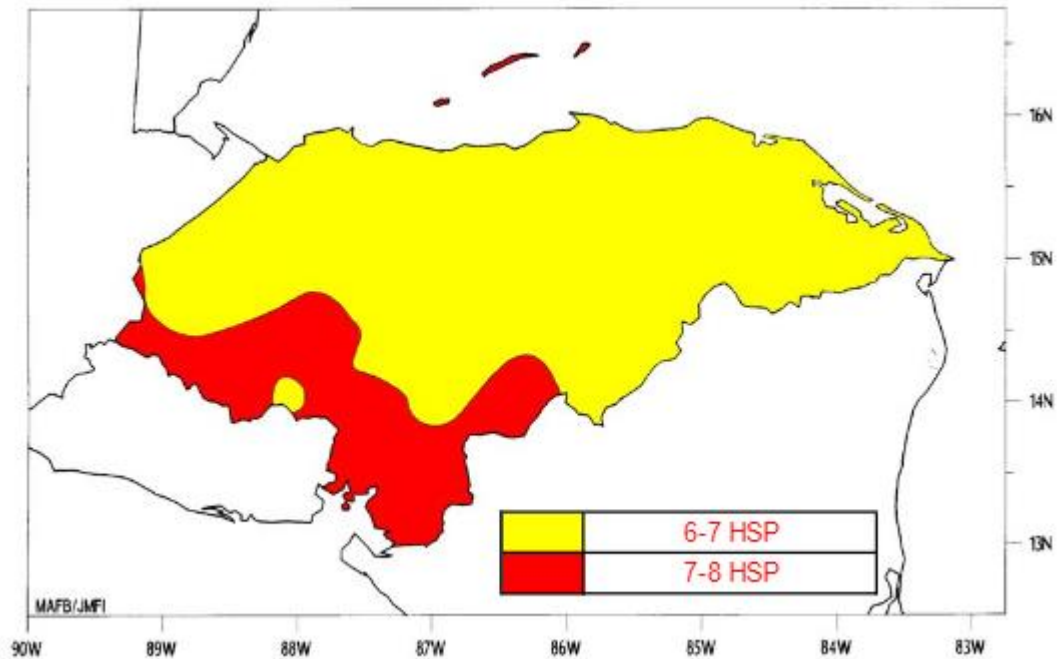


Figura 14. Mapa de Heliofanía del Territorio Nacional.

Fuente: (Lobo, 2006)

La eficiencia energética en Honduras sigue siendo una novedad y son pocos los proyectos que se implementan en esta área, frecuentemente gracias a programas específicos creados por agencias de cooperación internacional o a través de fondos provistos por países desarrollados. Mientras tanto, la demanda de electricidad continúa incrementándose anualmente de forma acelerada, misma que se utiliza en gran parte, para suplir necesidades en edificios residenciales y viviendas unifamiliares (ANDI, 2016).

Actualmente la matriz energética está conformada por el 37% de energía no renovable y el 63% de energía renovable tal como se puede apreciar en el gráfico 15. La mayor parte de la energía que se utiliza en Honduras es generada a base de recursos renovables.

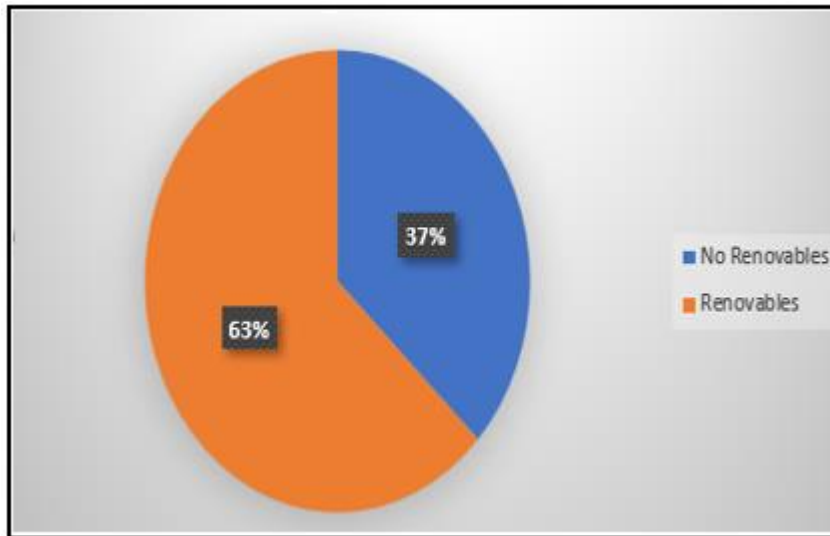


Figura 15. Matriz Energética de Honduras a marzo del 2019

Fuente: (Asociación Hondureña de Productores de Energía eléctrica, 2019)

De manera prospectiva, se espera que para el año 2022, en el sector energético se habrán concretado inversión pública, privada y mixta para el desarrollo de proyectos de generación de energía renovable de tal forma que la matriz energética evidenciará una participación neta equivalente a 60%, atendiendo con calidad la demanda total del sector residencial, comercial e industrial con energía de fuentes renovables. Con las inversiones en energía se espera transformar la matriz de generación haciendo mayoritaria la participación de la energía renovable y lograr la meta 80% de fuentes renovables y 20% fósil. (AHPEE, 2019)

2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

En los últimos cinco años algunas empresas hondureñas han decidido instalar paneles solares en sus techos para generar energía fotovoltaica, como una alternativa amigable con el medio ambiente, al tiempo que ahorran en el consumo de energía eléctrica. En la zona norte de Honduras son al menos 10 empresas que ya tienen instalados paneles de cristal de silicio en sus techos, y muchas más trabajan para implementar esta alternativa con el objetivo de reducir costos.

Entre esos casos están el de la Embotelladora de Sula que fue inaugurado en el 2015 y también

otro caso de éxito que se tiene información es el de la instalación de paneles solares en el parque Industrial Zip San José, que, según uno de los socios de este parque, es un proyecto muy rentable, va a permitir a la empresa ahorrar en costos de energía, y poder venderla a los inquilinos de esta nave industrial.

La prefactibilidad en la instalación de paneles solares en el plantel de Seaboard Honduras, por lo tanto, se convierte en un tema de estudio, después de haber conocido los casos de éxito a nivel global, regional y local, con el fin de determinar si es viable la instalación considerando la cantidad de máquinas y equipo que debe operarse con la instalación de los paneles solares. Es de hacer notar que el principal motivador en este tipo de proyecto es el ahorro en los costos de energía que permitirá a la empresa operar con costos menores, según investigaciones, los proyectos fotovoltaicos son muy rentables y se está convirtiendo en tendencia mundial, al mismo tiempo que son muy amigables con el medio ambiente.

Seaboard Honduras Plantel tiene un consumo promedio mensual de 7150 KWh mensual, y con el afán de poder reducir los costos de la factura energética, se busca instalar paneles fotovoltaicos en el techo de la bodega recién construida, que tiene una dimensión de 18m², espacio que es suficiente para instalar la cantidad de paneles que necesitamos para genera el consumo de energía necesario. Se está considerando no desconectarse de la red tomando en cuenta que puede haber situaciones en las que se necesite trabajar por la noche, o en días nublados donde la producción de energía solar sea de bajo rendimiento. Además, después de conocer la ley de energía eléctrica se constató que aún no está reglamentada esta ley, lo que hace que los excedentes de energía que generan este tipo de proyectos, si se inyecta a la red, la empresa no obtiene ningún beneficio porque el gobierno no lo paga.

2.2. TEORÍAS DE SUSTENTO

2.2.1. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado implica conocer detalladamente al consumidor, oferta, demanda, competencia, vía de comercialización, precios, para tomar en cuenta cual es el terreno en el cual se va a desarrollar el nuevo proyecto. (Kotler, 2008)

De los factores anteriores los más significativos son los siguientes:

2.2.1.1 OFERTA

Kotler (2008), dice que oferta es la cantidad de una mercancía o servicio que entra en el mercado a un precio dado en un momento determinado. La oferta es, por lo tanto, una cantidad concreta, bien especificada en cuanto al precio y al periodo de tiempo que cubre, y no una cantidad potencial de ofrecer bienes y servicios. La ley de la oferta establece básicamente que cuanto mayor sea el precio mayor será la cantidad de bienes y servicios que los oferentes están dispuestos a llevar al mercado, y viceversa; cuanto mayor sea el periodo de tiempo considerado, por otra parte, más serán los productores que tendrán tiempo para ajustar su producción para beneficiarse del precio existente.

En el mercado de aplicación de tecnología fotovoltaica, la conversión de energía solar en electricidad. Existen diferentes empresas que se dedican a ofrecer sistemas de energía solar fotovoltaica, entre las cuales se encuentran: SOLUZ Honduras. SIELSOL, INSAGRO-SOLAR S.A. Solar Engineering, ProveTecnó, NRGEA, Construcción mundo Verde S.A. Y SmartSolar. Como se observa existen varias empresas reconocidas dedicadas al rubro de instalaciones solares fotovoltaicos y que cuentan con una excelente experiencia (“Sitio Solar, Portal de energías renovables”, 2019).

2.2.1.2 DEMANDA

Kotler (2008) afirma que la demanda es la cantidad de una mercancía que los consumidores desean y pueden comprar a un precio dado en un determinado momento. La demanda, como concepto económico, no se equipará simplemente con el deseo o necesidad que exista por un bien, sino que requiere además que los consumidores, o demandantes, tengan el deseo y la capacidad efectiva de pagar por dicho bien. La demanda total que existe en una economía se denomina demanda agregada y resulta un concepto importante en los análisis macroeconómicos.

En la actualidad en Honduras se estima una demanda máxima de energía de 1602 megavatios. La matriz energética del país proviene de fuentes de energía renovables, y no renovables, la utilización de energía provenientes de fuentes de energía limpia ha ganado terreno en el país, por lo que a marzo de 2019 la utilización de energía de fuentes no renovables es del 37%, y la utilización de energía fuentes renovables es del 63%. Dentro de la cual la incluye la energía solar que es del 19%. (“Asociación Hondureña de Productores de Energía Electrica”, 2019)

3) CONSUMIDOR

Los consumidores son los potenciales clientes que van a requerir los bienes o servicios que existen en el mercado.

2.2.2 ESTUDIO TÉCNICO

2.2.2.1 ENERGÍA FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica se puede definir como la tecnología utilizada para el aprovechamiento eléctrico de la energía del sol, a partir de las denominadas células fotovoltaicas. Mediante estas células, la radiación solar se transforma directamente en electricidad, aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores (Guerrero Pérez, 2017, pág. 9).

2.2.2.2 MATERIALES SEMICONDUCTORES

Son materiales cuya conductividad varía con la temperatura, pudiéndose comportar como conductores o aislantes dependiendo de la misma. El material semiconductor más utilizado es el Silicio (Si), pero hay otros semiconductores como el Germanio (Ge) que también son muy usados (Guerrero Pérez, 2017, pág. 9).

2.2.2.3 PANELES SOLARES

Según Gimeno Sales, Seguí Chilet, Orts Grau (2011) se puede definir un panel solar o modulo fotovoltaico: La capacidad de generación habitual de una célula solar viene a ser de 2 voltios y 100mA. Los fabricantes agrupan eléctricamente las células solares asociándolas en paralelo o en serie y las encapsulan en un único dispositivo llamado “panel solar o modulo fotovoltaico”, que constituyen el elemento básico con el que se construyen los generadores fotovoltaicos.

2.2.2.4 TRANSMISIÓN DE ENERGÍA

Los paneles solares constituyen uno de los métodos más simples que se pueden usar para convertir la energía del sol en energía eléctrica aprovechable, sin que esta transformación produzca subproductos peligrosos para el medio ambiente. Parten de una fuente de energía virtualmente

inagotable: La energía que emite el sol, la cual llega con una cantidad tal, que, si toda ella pudiera ser aprovechada, bastaría media hora de un día para satisfacer la demanda energética mundial durante todo un año. Aunque esto como ya se sabe, no ocurre en el plano teórico y es imposible de realizar de forma práctica.

2.2.2.3 RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar llega a la tierra en forma de ondas electromagnéticas, que se desplazan por el espacio en todas las direcciones, ya que estas no necesitan un medio físico para poder desplazarse. Este fenómeno se denomina radiación.

Existen algunos factores fundamentales que determinan el nivel de la radiación recibida en la superficie terrestre. Estos son:

- 1) Condiciones atmosféricas y ambientales del lugar.
- 2) Situación geográfica.
- 3) Movimiento de la tierra.

Antes de llegar a la superficie de la tierra, la radiación es reflejada al entrar en la atmósfera por la presencia de las nubes, el vapor de agua, etc., y dispersada por las moléculas de agua, el polvo en suspensión (Guerrero Pérez, 2017, pág. 21).

Debido a esto, la radiación solar que llega a la superficie terrestre procede de tres componentes:

- 1) Radiación directa
- 2) Radiación difusa
- 3) Radiación albedo

2.2.2.4 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS A CONSIDERAR

A la hora de aprovechar al máximo la energía solar, es necesario tener en cuenta que el sol

no se encuentra a la misma altura (respecto al horizonte) en invierno que, en verano, lo que significa que la inclinación de los paneles fotovoltaicos no puede ser fija si se quiere que, en todo momento, esos paneles se encuentren perpendicularmente orientados al sol (Guerrero Pérez, 2017, pág. 25)

2.2.2.5 CÁLCULO DE LA TARIFA ELÉCTRICA

Un aspecto muy importante a tener en cuenta a la hora de comenzar con el dimensionado de una instalación fotovoltaica aislada es la estimación detallada del consumo diario medio mensual a lo largo del año (Guerrero Pérez, 2017, pág. 172).

2.2.2.6 LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS

Un sistema fotovoltaico aislado o autónomo se trata de un sistema auto abastecedor, ya que aprovecha la irradiación solar para generar la energía eléctrica necesaria en el suministro de una instalación. La función básica de convertir la radiación solar en electricidad la realiza el módulo fotovoltaico. La corriente producida por el módulo fotovoltaico es corriente continua a un voltaje que generalmente es de 12V(voltios), dependiendo de la configuración del sistema puede ser de 24V o 48V. (Pareja, M. 2010)

2.2.3 ESTUDIO FINANCIERO

El estudio financiero es una parte fundamental de la evaluación de un proyecto de inversión. El cual puede analizar un nuevo emprendimiento, o una inversión en una nueva planta de producción, el conocimiento de las técnicas de un buen analista financiero le ayudara a tomar mejores decisiones financieras como consumidor, comprender las consecuencias financieras de las decisiones importantes de negocio que tomará, independientemente de la carrera que usted elija. (Lawrence Gitman, 2012)

El estudio de la evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto. Si no han existido contratiempos, hasta este punto se sabrá que existe un mercado potencial atractivo, se habrá calculado la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto. Sin embargo, a pesar de conocer incluso las utilidades probables del proyecto durante los

primeros cinco años de operación, aún no se habrá demostrado que la inversión propuesta será económicamente rentable (Baca Urbina, 2010, pág. 181)

Implementar un proyecto implica desembolsar dinero en cantidades que dependerán del tipo y tamaño para cubrir todos los requerimientos para refaccionar y habilitar la nueva unidad, a esto se le llama inversiones (Torres, Torres, 2014)

La evaluación económica es la parte que propone describir los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento y el valor presente neto (Baca, 2001)

Los indicadores financieros que se utilizan para evaluar las utilidades generadas por la propuesta de inversión son las siguientes según (Morales Castro & Morales castro, 2014):

- 1) Periodo de Recuperación Descontado (PRD)
- 2) Valor Presente Neto (VPN)
- 3) Tasa Interna de Rendimiento (TIR)
- 4) Índice de Rentabilidad (IR)
- 5) Costo-beneficio.
- 6) Período de Recuperación descontado

2.2.3.1 PERÍODO DE RECUPERACIÓN DESCONTADO

Es el tiempo que le toma al inversionista recuperar su inversión inicial, Es el periodo de tiempo hasta que la suma de los flujos de efectivo descontados es igual a la inversión inicial. El Periodo de recuperación descontado se calcula de la siguiente manera: (Ross, Westerfield, & Jordan, 2008, pág. 267).

Ecuación 1. Período de recuperación.

$$PRD = \sum_{t=0}^n \frac{FE_t}{(1 + TMAR)^t} - I$$

En donde:

FE_t : Flujo de efectivo en un periodo (t)

TMAR: Tasa mínima de atractivo de rendimiento.

t: Periodo de tiempo.

n: último período del proyecto.

I; inversión.

2.2.3.2 VALOR PRESENTE NETO

El método usado por la mayoría de las grandes empresas para evaluar proyectos de inversión se conoce como valor presente neto (VPN). La intuición subyacente en el método de VPN es sencilla. Cuando las empresas realizan inversiones, gastan el dinero que obtienen, de una u otra forma, de los inversionistas, estos últimos esperan un rendimiento sobre el dinero que aportan a las empresas, de modo que una compañía debe efectuar una inversión solo si el valor presente del flujo de efectivo que genera la inversión rebasa el costo de la inversión realizada, el VPN toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo de los inversionistas, descuenta los flujos de efectivo de la

empresa del costo de capital, Esta tasa es el rendimiento mínimo que se debe ganar en un proyecto para satisfacer a los inversionistas de la empresa. Los proyectos con menores rendimientos no satisfacen las expectativas de los inversionistas y, por lo tanto, disminuyen el valor de la empresa, en tanto que los proyectos con mayores rendimientos incrementan el valor de la empresa. El VPN se usa para tomar decisiones de aceptación o rechazo, los criterios de decisión son los siguientes: Si el VPN es mayor que cero, el proyecto se acepta. Si el VPN es menor que cero, el proyecto se rechaza (Gitman, Zutter, 2012, pág. 367).

Para el Cálculo de VPN se utiliza:

VPN = Valor presente de las entradas de efectivo – Inversión inicial

Ecuación 2. Valor Presente Neto

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+k)^t} - FE_0$$

Donde:

FE_0 : Inversión inicial de un proyecto.

FE_t : Valor presente flujos de entrada de efectivo.

k : Tasa de descuento equivalente al costo de capital.

t : Vida útil estimada de inversión.

2.2.3.3 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

La tasa interna de rendimiento o de retorno (TIR) es una de las técnicas más usadas de las técnicas de elaboración de presupuesto de capital. La tasa interna de rendimiento (TIR) es la tasa de descuento que iguala el VPN de una oportunidad de inversión a cero, debido a que el valor presente de las entradas de efectivo es igual a la inversión inicial, es la tasa de rendimiento que

ganará la empresa si invierte en el proyecto y recibe las entradas de efectivo esperadas. Matemáticamente, la TIR es el valor de k en la ecuación de VPN, que hace que VPN se igual a cero (Gitman, Zutter, 2012, pág. 372).

Ecuación 3. Tasa Interna de Retorno

$$TIR = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+TIR)^t} - FE_0$$

Cuando se usa la TIR para tomar las decisiones de aceptar o rechazar, los criterios de decisión son los siguientes.

- 1) Si la TIR es mayor que el costo de capital, se acepta el proyecto.
- 2) Si la TIR es menor que el costo de capital, se rechaza el proyecto.

Estos criterios garantizan que la empresa gane por lo menos su rendimiento requerido. Este resultado debería de aumentar el valor de mercado de la empresa y, por lo tanto, la riqueza de sus dueños (Gitman, Zutter, 2012, pág. 372).

2.3.3.4 ÍNDICE DE RENTABILIDAD

Una variación de la regla del VPN se conoce como índice de rentabilidad (IR). Para un proyecto que tiene una salida inicial de efectivo seguida de entrada de efectivo, el índice de rentabilidad (IR) simplemente es igual al valor presente de las entradas de efectivo dividido entre las salidas iniciales de efectivo (Gitman, Zutter, 2012, pág. 370).

Ecuación 4. Índice de Rentabilidad.

$$IR = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+k)^t} \frac{1}{FE_0}$$

Cuando las empresas usan el índice de rentabilidad para evaluar las oportunidades de inversión, la regla que siguen para tomar una decisión es elegir el proyecto que tenga índice mayor que 1.0. cuando el IR mayor que 1, significa que el valor presente de las entradas de efectivo es mayor que él (valor absoluto) de las salidas de efectivo, de modo que un índice de rentabilidad mayor que 1 corresponde a un valor presente neto mayor que cero. En otras palabras, los métodos VPN y el IR siempre llegaran a la misma conclusión acerca de si una inversión particular es rentable o no (Gitman, Zutter, 2012, pág. 370).

2.3.3.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Los analistas usan el análisis de sensibilidad para obtener una percepción de la variabilidad de las entradas de efectivo y los VPN. El análisis de sensibilidad es un método conductual en el cual los analistas calculan el VPN de un proyecto considerando escenarios o resultados diversos. Un enfoque común en el uso del análisis de sensibilidad es calcular los VPN asociados con las entradas de efectivo pesimistas (peores), más probables (esperadas) y optimistas (mejores). El intervalo se puede determinar restando el resultado pesimista del VPN del resultado optimista (Gitman, Zutter, 2012, pág. 415).

2.2.4 CONCEPTUALIZACIÓN

- 1) 1)Energía solar: la energía solar es la que procede del Sol y llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética, esta energía se puede aprovechar por conversión térmica, o por conversión fotovoltaica.
- 2) 2) Energía renovable: son aquellas que utilizan una fuente virtualmente inagotable, como el sol y el viento.
- 3) Energía no renovable: utilizan recursos procedentes de épocas remotas de la tierra (fósiles) y, por ello, las reservas son limitadas.
- 4) Energía solar fotovoltaica: se puede definir como la tecnología utilizada para el aprovechamiento eléctrico de la energía del sol, a partir de las denominadas células fotovoltaicas.
- 5) Panel fotovoltaico: Un panel solar o fotovoltaico está formado por varias células idénticas interconectadas eléctricamente, en serie y/o paralelo. De forma que la tensión

y corriente que pueda suministrar el panel se ajuste al valor deseado.

- 6) Instalaciones fotovoltaicas aisladas: sistema de generación eléctrica para zonas donde no llega la corriente eléctrica convencional o es muy cara su instalación.
- 7) Sistemas de acumulación: son los que están conectados a baterías que permiten el suministro eléctrico en periodos de escaso aprovechamiento de la radiación solar.
- 8) Inversor: los paneles solares fotovoltaicos producen CC a partir de radiación solar, por lo que el inversor convierte Corriente continua “CC” en Corriente alterna “CA”.
- 9) Regulador: el regulador de una instalación fotovoltaica es el dispositivo que controla la carga de la batería (evita que a plena capacidad siga recibiendo corriente), y descarga de la misma (evita, una vez agotada, siga suministrando electricidad).
- 10) Heliofanía: representa la duración del brillo solar u horas de sol, y está ligada al hecho de que el instrumento utilizado para su medición, heliofanógrafo, registra el tiempo en que recibe la radiación solar directa.

2.5 MARCO LEGAL

Dentro del marco legal de Honduras las leyes y reglamentos que rigen los proyectos de instalaciones solares fotovoltaicas a continuación se detallan.

Leyes para energías renovables:

Decreto 85-1998, El Estado explicita interés en promover aprovechamiento de fuentes de energía renovable.

Decreto 70-2007, Establece la Ley Para Promoción de la Producción de Energía Eléctrica con Recursos Renovables. Unifica condiciones aplicables a generación con recursos renovables, para motivar inversiones en esas tecnologías.

Decreto 138-2013, Aclara y redefine los beneficios para proyectos de empresas generadoras de energía eléctrica con fuentes renovables. Establece un incentivo especial para proyectos fotovoltaicos, que inicien operación antes del 1 de agosto de 2015, para proyectos de 50MW o menos, y que no excedan de 300MW en el total de la capacidad instalada.

Ley General de la Industria Eléctrica Decreto 404-2013.

Con esta Ley el Estado modifica el subsector eléctrico del país, introduciendo el Mercado Eléctrico Nacional. Establece separación de actividades: generación, transmisión y distribución

Se crea el Regulador del subsector CREE. Establece al Operador del Sistema: Operar las instalaciones del SIN y Administrar el mercado.

Ordena escisión de ENEE en Holding y al menos 3 empresas. Deroga toda ley que se oponga a lo establecido en esta ley.

Ente regulador CREE aprobará los Reglamentos y normativas. La CREE otorgara permisos de estudios para construcción de obras de generación con recursos renovables.

Entre otros aspectos que contempla esta Ley General De la Industria Eléctrica.

Fuente: Diario Oficial “La Gaceta” veinte (20) de mayo del 2014.

2.5.1 FUNCIONAMIENTO EN EL PAÍS

La proyección, los estudios y la puesta en marcha de estos proyectos se han podido realizar gracias a que Honduras cuenta con una normatividad que incentiva el uso de energías renovables, donde se destaca principalmente el Decreto 267-98, que reformó la Ley de incentivos emitida en abril de 1998. (García Gómez, 2016, p.36)

El objetivo de este decreto es incentivar el uso de las energías renovables para lo cual brinda unos beneficios como son: a) Exoneración de pago de impuestos sobre ventas (en la construcción), b) pago de los impuestos, tasas y derechos de las importaciones (durante los estudios y construcción), c) exoneración de impuestos sobre la renta (durante los 5 primeros años de operación). Adicionalmente, existe una actualización mediante la Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con recursos renovables, el decreto 70-2007. Mediante de este decreto se ratifica el apoyo del gobierno para el aprovechamiento de las energías renovables como fuente de generación de energía eléctrica. Este decreto consolida las exoneraciones de pago de

impuestos y demás beneficios que en el decreto 267-98 se habían impuesto, y agregan otros beneficios adicionales tales como “La dispensa del pago de impuestos por importación temporal”. Aparte de esto se menciona que las plantas de energía renovables recibirán por parte de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), un contrato y por diez (10) años una tarifa 10 % mayor que el costo marginal de corto plazo. En mayo del 2014, se publicó el Decreto: Ley General Para la Industria Eléctrica en la que se mencionan partes importantes para el uso y aprovechamiento de las energías renovables como fuente de generación de energía eléctrica. Como se ve, el uso de

las energías renovables, entre ellas la Energía solar como fuente de generación de Energía eléctrica, ha tenido un fuerte apoyo por parte del gobierno y de las entidades competentes, quienes se encargan de regular, normalizar e incentivar el uso de este tipo de energías para tal propósito. (García Gómez, 2016, p.36)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

En el capítulo anterior se planteó la base teórica que da fundamento al estudio de prefactibilidad en la instalación de paneles solares fotovoltaicos en el plantel de Seaboard Honduras, en capítulo III se detallarán los métodos, procedimientos y técnicas que nos permitirán cumplir con los objetivos planteados en este estudio, se definirán las variables y también se plantearán las hipótesis del problema.

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

En este apartado se desarrollarán los instrumentos financieros y metodológicos necesarios para conocer la relación lógica que existe entre las variables y la hipótesis planteada, y además que todos los elementos de la discusión se encuentren estrechamente relacionados.

3.1.1 MATRÍZ METODOLÓGICA

Es una estrategia metodológica valiosa que permite al investigador, diseñar de forma general el proceso investigativo que va a emprender. Garantiza que cada uno de los componentes que están involucrados en la investigación, se correlacionen entre sí, es decir, que haya congruencia horizontal y vertical entre los elementos medulares de la investigación cualitativa. Permite una secuencia lógica, de manera que hila cada elemento investigativo para que el tema, problema, objetivos, categorías de análisis, análisis de los datos, conclusiones y recomendaciones mantengan correlación y realmente den un aporte científico valioso, pertinente y viable en el campo educativo. (UNED, 2018, p.2)

Tabla 4. La matriz metodológica

TÍTULO	PROBLEMA	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
Prefactibilidad en la instalación de paneles solares fotovoltaicos en el plantel de Seaboard Honduras, San Pedro Sula, 2019	¿Es prefactible la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula desde la perspectiva técnica, de mercado, legal y financiera?	¿Cuáles son los requerimientos técnicos que se necesitan para la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula?	Determinar la prefactibilidad de implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula desde la perspectiva técnica, climática y económica	Establecer los aspectos técnicos requeridos para la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula.	Estudio Técnico	Rentabilidad
		¿Cuáles son los indicadores de mercado que inciden sobre la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula?		Identificar los indicadores de mercado que inciden en la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula.	Estudio de Mercado	
		Cuál es el marco legal que regulará la instalación de paneles solares en el plantel de Seaboard Honduras, San Pedro Sula?		Analizar el marco regulatorio hondureño y permisos necesarios para instalar el proyecto	Estudio de Legal.	
		¿Cuáles son los recursos económicos básicos que se requieren para la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula?		Elaborar un análisis económico que permita considerar, evaluar y decidir la implementación de paneles solares en Seaboard Honduras, San Pedro Sula	Estudio Financiero	

Fuente (Elaboración propia)

3.1.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

La operacionalización de las variables se refiere a definir las variables dependientes e independientes de una forma esquemática y lógica, describiendo las escalas atributos y características que poseen ambas variables.

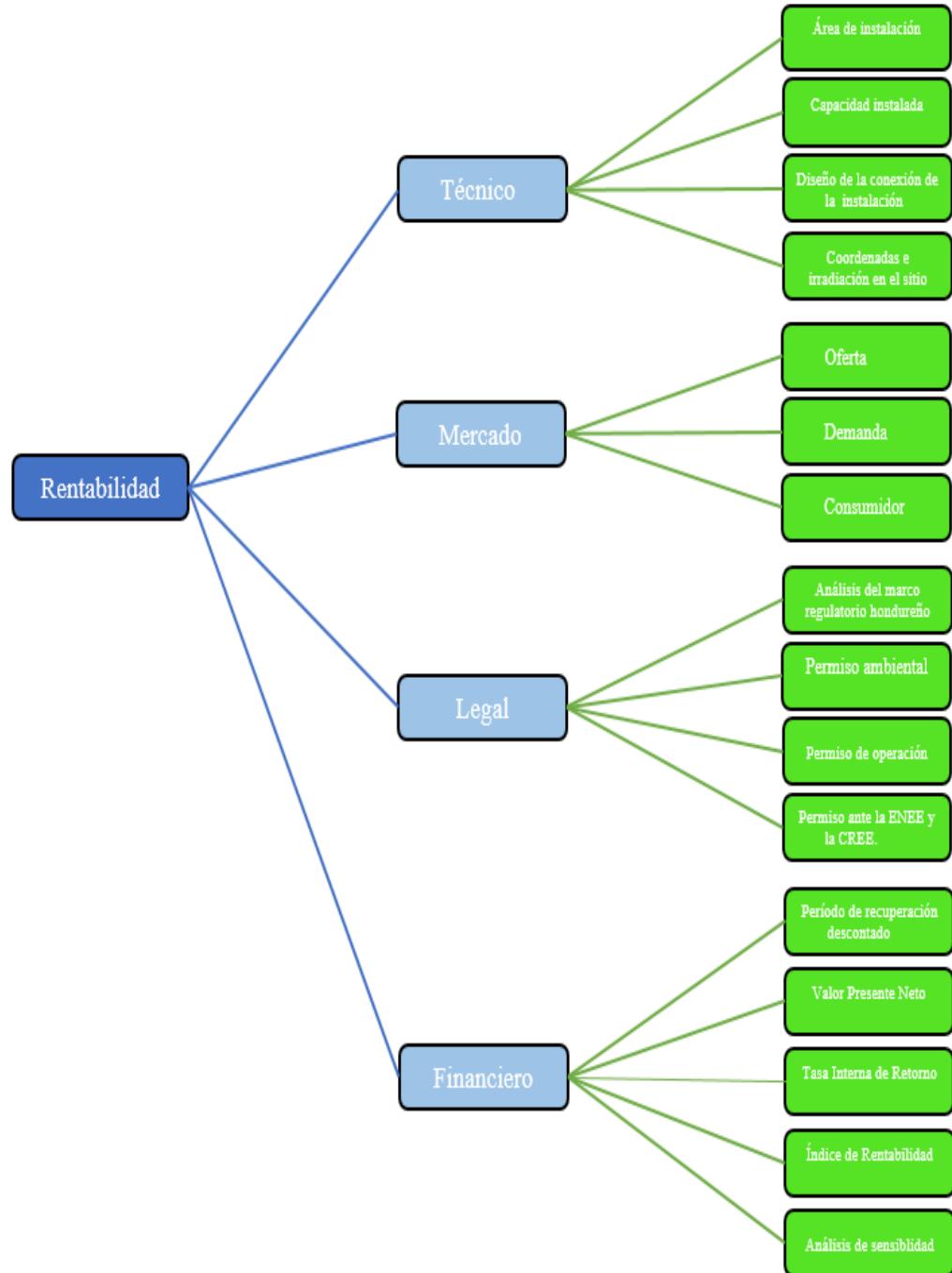


Figura 16. Identificación de las variables

Fuente: (Elaboración propia)

En la figura 16 se aprecia el diagrama de las variables que contiene este estudio, donde se detalla los aspectos en que se divide cada variable independiente.

En el en el estudio técnico se validarán las especificaciones técnicas para los costos de operación, estudio de mercado se verificará la cantidad de ahorro que se puede obtener al implementar el proyecto de la instalación de paneles fotovoltaicos en el plantel de Seaboard Honduras, en el estudio legal se analizarán las diferentes leyes que rigen el mercado energético y en el estudio financiero se obtendrán los indicadores para determinar la rentabilidad del estudio.

A continuación, presentamos la tabla de la operacionalización de las variables, la definición conceptual y operacional, sus dimensiones que nos indicaran el camino a seguir en este estudio

Tabla 5. Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala
	Conceptual	Operacional					
Técnico	El tamaño óptimo de un proyecto es su capacidad instalada y se expresa en unidades de producción por año. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica. Baca Urbina, p.92)	Para determinar el tamaño óptimo del proyecto se requiere conocer con mayor precisión tiempos determinados, o tiempos y movimientos del proceso, o en su defecto, diseñar y calcular esos datos con una buena dosis de ingenio y ciertas técnicas (Baca Urbina, p.92)	Ubicación	Macro ubicación	Horas solares disponibles en el sitio	Horas	1
				Micro ubicación	Irradiación en el sitio	Kwh/km2	1
			Capacidad instalada	Potencia Corriente directa		Kilowatt (KW)	1
				Potencia Corriente Alterna		Kilowatt (KW)	1
			Área de instalación	Localización del sistema Fotovoltaico	Área disponible	Metro cuadrado (m2)	1
			Configuración del sistema solar	Segmentación del consumo de energía	Energía provista por ENEE	Kilowatt hora (kWp)	1
					Energía provista por el sistema solar	Kilowatt hora (kWp)	1
			Parámetros de la empresa	Consumo de energía anual		Kwh/año	1
Mercado	Es la reunión, el registro y el análisis de todos los hechos a cerca de los problemas relacionados con las actividades de las personas, las empresas y las instituciones en general. (Marcela Benassini, 2009, p.6)	Análisis de mercado: es la descripción del mercado, de la Oferta y demanda de la energía solar en San Pedro Sula, por medio del mismo se analizará el precio del Kwh que tiene establecido la ENEE.	Tarifa de la ENEE	Precio de venta del Kwh por la ENEE	¿En qué rango de tarifa entra Seaboard Honduras según su categoría, y consumo actual?	Costo en dólares/ Kilowatt Hora (USD \$ /Kwh para la categoría de baja tensión comercial.	1

Fuente: (Elaboración propia)

Continuación Tabla 5. Operacionalización de variables.

Variable Independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala
	Conceptual	Operacional					
Legal	La actividad empresarial y los proyectos que de ella se derivan, se encuentran incorporados a un determinado ordenamiento jurídico que regula el marco legal en el cual los agentes económicos se desenvolverán (Sapag, 2014)	La investigación legal servirá para constatar si se requieren permisos especiales para la operación de instalaciones fotovoltaicas en Honduras	Permisos legales de operación	Permisos ambientales	¿Se debe solicitar algún permiso ambiental para esta instalación fotovoltaica?	Permiso ambiental	1
				Permisos de la comisión reguladora de la energía eléctrica (CREE)	¿Se debe aplicar algún permiso ante la CREE para esta instalación fotovoltaica?	Permiso Cree	1
				Permisos ENEE	¿Se debe solicitar algún permiso ante la ENE para esta instalación fotovoltaica?	Carta de Permiso de operación	1
Financiero	El estudio económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de operación de la planta, así como otra serie de indicadores que servirán para la base de la parte final y definitiva del proyecto que es la evaluación económica. (Baca, Urbina, p.168)	Para determinar el alcance del proyecto se requiere, determinar los costos de inversión inicial los flujos de efectivo y realizar un análisis de rentabilidad.	Alcance del proyecto	Costos	Costo financiero	Costo de capital	1
					Costo de Administración	Costo de mantenimiento y monitoreo	1
				Inversión inicial	Equipo e instalación fotovoltaica	Paneles solares	1
						Inversores	
						Equipo eléctrico	
				Variabilidad de Efectivo	Estados financieros	Estado de Resultado	1
						Ingresos y gastos	
				Análisis de Rentabilidad	Sensibilidad financiera	Valor Actual Neto	1
						Tasa Interna de Retorno	
Análisis de sensibilidad							

Fuente: (Elaboración propia)

En la tabla 5 se puede apreciar el resultado de toda la investigación y se convierte en guía para el investigador, porque refleja todas las variables de estudio.

3.1.3 HIPÓTESIS

La palabra hipótesis viene del griego hipó: bajo y tesis: posición o situación. De acuerdo a sus raíces etimológicas hipótesis significa: una explicación supuesta que está bajo ciertos hechos a los que sirve de soporte. La hipótesis es aquella explicación anticipada que permite al científico asomarse a la realidad (Lopez,1990). Otra definición de hipótesis que amplía la anterior nos dice: una hipótesis es una suposición que da respuesta tentativa el problema de investigación, que permite establecer relaciones entre hechos. El valor de una hipótesis reside en su capacidad para establecer esas relaciones entre los hechos. Rodríguez (2005) Fundamentado en la anterior afirmación se establecen la hipótesis alternativa y la hipótesis nula que nos permitan corroborar si es factible o no instalar paneles solares en el plantel de Seaboard Honduras, desde el punto de vista de mercado, climático y económico.

Hi: La tasa interna de retorno del proyecto de instalación de paneles solares fotovoltaicos en el plantel de Seaboard Honduras en el 2019 es mayor a la tasa del costo de capital.

Ho: La tasa interna de retorno del proyecto de instalación de paneles solares fotovoltaicos en el plantel de Seaboard Honduras en el 2019 es menor o igual que la tasa del costo de capital.

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

En el presente estudio se utiliza un enfoque mixto de investigación, ya que ambos métodos se complementan porque tanto el cualitativo como el cuantitativo cuentan con bondades que permiten lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. Según Chen (2006) el enfoque mixto es la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una fotografía más completa del fenómeno, y señala que éstos pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales, forma pura de los métodos mixtos; o bien, que dichos métodos pueden ser adaptados, alterados o sintetizados para efectuar la investigación y lidiar con

los costos del estudio forma modificada de los métodos mixtos. La meta de la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación, combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales. (Hernández, Fernández y Baptista,2010)

En el enfoque cuantitativo la recolección se basa en instrumentos estandarizados. Es uniforme para todos los casos. Los datos se obtienen por observación, medición y documentación. Se utilizan instrumentos que han demostrado ser válidos y confiables en estudios previos o se generan nuevos basados en la revisión de la literatura y se prueban y ajustan. Las preguntas, ítems o indicadores utilizados son específicos con posibilidades de respuesta o categorías predeterminadas. Mientras que, en el enfoque cualitativo, la recolección de los datos está orientada a proveer de un mayor entendimiento de los significados y experiencias de las personas. El investigador es el instrumento de recolección de los datos, se auxilia de diversas técnicas que se desarrollan durante el estudio. Es decir, no se inicia la recolección de los datos con instrumentos preestablecidos, sino que el investigador comienza a aprender por observación y descripciones de los participantes y concibe formas para registrar los datos que se van refinando conforme avanza la investigación (Hernández, Fernández y Baptista,2010)

En la figura 17 se muestra el esquema del enfoque metodológico que se ha desarrollado en la investigación y que permite visualizar de una manera más amplia y clara las características del presente estudio.

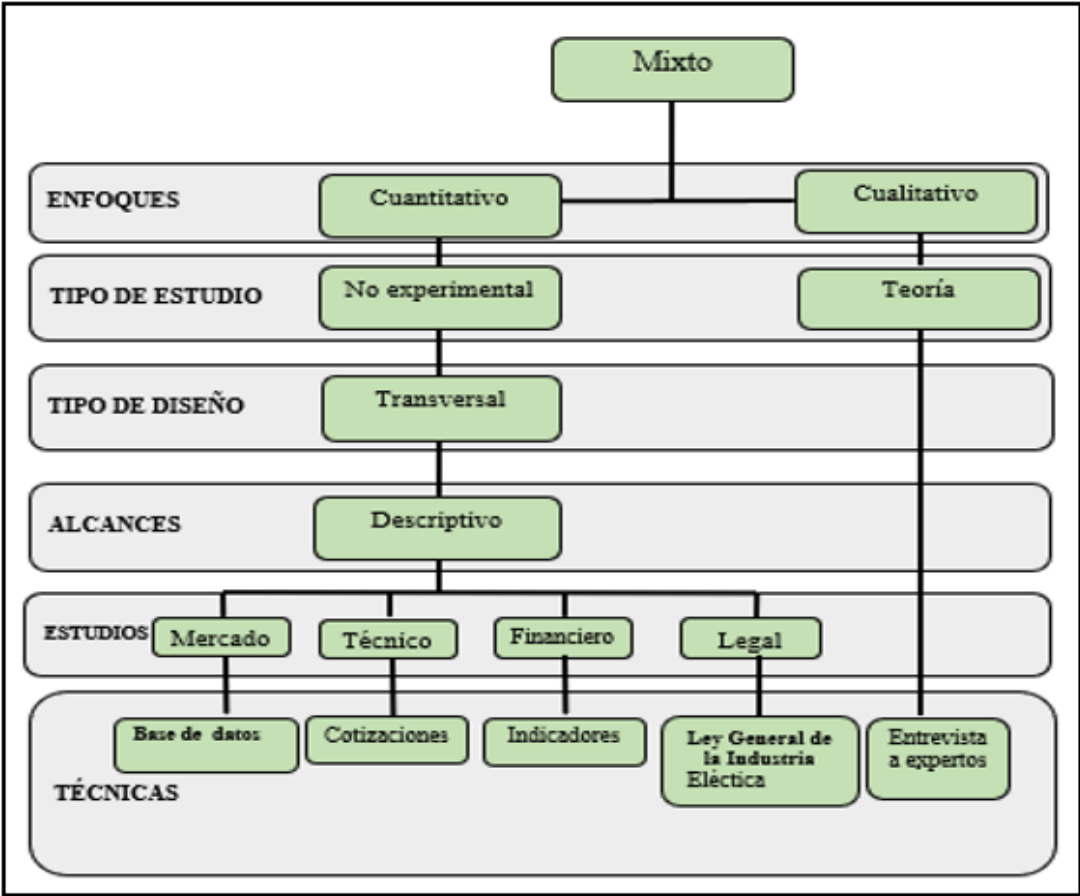


Figura 17. Enfoque metodológico

Fuente: (Elaboración propia)

La figura 17 muestra el enfoque mixto que se está utilizando en esta investigación y que como ya se mencionó anteriormente, es la combinación del enfoque cualitativo y cuantitativo, y como se puede observar en la figura 17, el enfoque dominante es el cuantitativo y esto se refleja también al plantear la hipótesis de investigación en la que se esperan resultados financieros medibles a través de indicadores numéricos y estadísticos, esta investigación tiene un alcance No Experimental porque no se manipulan las variables, también es de tipo transversal porque los datos fueron recolectados en un único momento. Dentro del diseño transeccional es de tipo descriptivo

porque busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, y en este caso en común se enfoca en especificar las variables independientes: mercado, técnico, financiero y legal, que se describirán en estudios separados.

En el estudio de mercado, donde se analizarán la oferta y la demanda y el consumidor, se fundamenta mediante la información obtenida por medio

de entrevistas a expertos, observación y aplicando la parte cualitativa a través de una teoría fundamentada.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Con la finalidad de visualizar de manera práctica y concreta contestar las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos fijados, el investigador debe establecer el diseño de investigación que es el plan o estrategia para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.128). El diseño de esta investigación desde el enfoque cuantitativo es no experimental, puesto que este tipo de investigación se realiza sin manipular deliberadamente variables, no se hace variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables, lo que se hace en una investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para luego analizarlos (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.152). En esta investigación se observarán los fenómenos relacionados al consumo energético, y la obtención provista de energía eléctrica a través de instalación de paneles solares fotovoltaicos sobre los techos de plantel Seaboard Honduras en la ciudad de San Pedro Sula.

En la investigación no experimental no hay ni manipulación intencional ni asignación al azar, la investigación no experimental es sistemática y empírica en la que las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido. Las inferencias sobre las relaciones entre variables se realizan sin intervención o influencia directa, y dichas relaciones se observan tal como se han dado en su contexto natural (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.153).

Los diseños no experimentales por su dimensión temporal o el número de momentos o puntos en el tiempo en los cuales se recolectan datos se pueden clasificar en transeccionales y longitudinales (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.154). El tiempo de recolección de datos para esta investigación comprende el periodo de tiempo de julio a septiembre del año 2019. Por lo que esta investigación es cuantitativa no experimental del tipo transeccional o transversal ya que los datos se recolectan en un solo momento, en un tiempo único el cual comprende el periodo de julio a septiembre del año 2019.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos, o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”. Es decir, miden evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a estudiar (Hernández et al., 2010, p. 80). Ya que busca describir la instalación de paneles solares fotovoltaico sobre los techos de Plantel Seaboard Honduras en la Ciudad de San Pedro Sula para obtener energía eléctrica a través de un estudio de mercado, técnico, así como también realizar el estudio financiero necesario para determinar la factibilidad de la realización del proyecto.

Desde el enfoque cuantitativo la investigación seguirá un diseño de investigación no experimental transeccional o transversal descriptiva.

Desde el enfoque cualitativo, la investigación se realizará mediante teoría fundamentada Lo cual significa que la Teoría (Hallazgos) va emergiendo fundamentada en los datos (Hernández et al., 2010, p. 444), por lo que se realizara a través de una entrevista de experto en el área de instalaciones fotovoltaicas.

3.3.1 POBLACIÓN

La población de la investigación corresponde al Plantel Seaboard Honduras en la ciudad de San Pedro Sula.

3.3.2 MUESTRA

En la mayoría de las investigaciones se realiza el estudio de la población en una muestra. Para el caso de esta investigación no aplica, Debido a que la finalidad del estudio es la obtención provista de energía eléctrica a través de la instalación de paneles solares fotovoltaicos en los techos del Plantel Seaboard Honduras en la Ciudad de San Pedro Sula, lo cual conlleva la reducción del consumo energético de la red eléctrica a través de la instalación de paneles solares, así mismo de la tecnología de los equipos a instalar. En la investigación no se excluye ningún elemento de la misma, por lo cual es innecesario tomar una muestra representativa de la población. Ya que la investigación abarca todo el universo de estudio.

3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

“La unidad de análisis indica quienes van a ser medidos, es decir, los participantes o casos a quienes en última instancia vamos a aplicar el instrumento de medición” (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 183).

La unidad de análisis son las variables independientes como ser: el Estudio de Mercado, el Estudio Técnico, el Estudio Financiero y el Estudio Legal.

3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA

La unidad de respuesta es lo que se busca obtener con la unidad de análisis, por lo que se espera obtener es, determinar la prefactibilidad del proyecto de inversión a realizar desde una perspectiva técnica y financiera.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Con la finalidad de recolectar datos se dispone de los siguientes instrumentos o técnicas, tanto cuantitativas como cualitativas.

3.4.1 INSTRUMENTOS

Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente (Grinnell, Williams y Unrau, 2009). Los instrumentos utilizados para recolectar los datos cuantitativos fueron los siguientes:

1) Estudio técnico:

2) Cálculo matemático de la demanda de potencia eléctrica instalada en el plantel, y cálculo matemático de posible potencia entregada por los paneles solares en base al área de instalación, y número de paneles a instalarse y su capacidad de entrega.

3) Hojas de cálculo de Excel.

4) Estudio financiero a través de cálculos mediante diferentes funciones financieras.

El instrumento utilizado Para recolectar datos cualitativos fue la entrevista a expertos

3.4.2 TÉCNICAS

El propósito de las técnicas de investigación es la obtención de datos necesarios para el estudio del problema objeto de investigación.

3.4.2.1 REVISIÓN DE DOCUMENTOS

La investigación conlleva la búsqueda de datos como ser costo pagado por energía eléctrica por Seaboard Honduras en su plantel.

3.4.2.2 OBSERVACIÓN DIRECTA

Recolección de datos a través de observación directa en el lugar donde se llevará a cabo el proyecto, consistió en obtener información general de la ubicación del plantel, para en base a ello

obtener información útil para el estudio técnico.

3.4.2.3 ENTREVISTA

Entrevista a experto en instalaciones solares fotovoltaicas. Se entrevistó al gerente de proyectos de Smart solar, el ing. Jairo Betancourt y al Gerente de IT de Invema, el ing. William Coleman, encargado del funcionamiento y monitoreo del proyecto fotovoltaico instalado en dicha empresa, cuya capacidad es de 2,600 watts de potencia.

3.4.2.4 RECOLECCIÓN DE DATOS CUANTITATIVOS

Con el propósito de conocer el costo sobre las inversiones a realizar, se utilizó la cotización que se realizó a un proveedor local en la Ciudad de San Pedro Sula la cual sirvió como base para el estudio financiero.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información son aquellas que proporcionarán datos históricos y actuales sobre los cuales se puede hacer proyecciones en un futuro cercano. Sirven para identificar patrones de tendencia o estacionalidad. Las fuentes de información pueden clasificarse en fuentes internas y externas, cada una de las cuales se subdivide a la vez en primarias y secundarias (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes de información primarias utilizadas en esta investigación para la obtención de datos de primera mano fue:

- 1) Datos obtenidos directamente de la empresa Seaboard como ser datos históricos del costo por concepto de consumo de energía eléctrica en el plantel Seaboard.

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes de información secundarias utilizadas en esta investigación las cuales según Ruiz & Vargas (2008) afirman “Contienen información primaria, sintetizada y reorganizada. Están especialmente diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. Componen la colección de referencia de la biblioteca y facilitan el control y acceso a las fuentes primarias (p. 5).

1) Libros de texto, revistas, tesis y artículos consultados en sitio web Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “CRAI” de La Universidad Tecnológica Centroamericana “UNITEC”.

2) Publicaciones en revistas y diarios nacionales relacionadas al tema de investigación.

3) Portales de páginas web de Instituciones del Estado de Honduras.

4) Libros de instalaciones solares fotovoltaica, Administración financiera, Principios de economía y Metodología de la investigación.

5) Atlas Heliofánico de Honduras.

6) Tesis de prefactibilidad de instalaciones solare fotovoltaicas realizada en Naco, Cortés Honduras.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Después de haber expuesto en los capítulos anteriores los antecedentes del problema y haber realizado un marco teórico que nos permitió obtener información muy importante relacionada con el proyecto de instalación de paneles solares en el plantel de Seaboard Honduras en San Pedro Sula, procederemos a determinar los lineamientos técnicos que permitirán determinar el diseño e instalación de los paneles solares, así como también permitirá determinar la rentabilidad del proyecto mediante el estudio financiero que arrojará información utilizada para comprobar si se acepta o rechaza la hipótesis nula.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la instalación de paneles solares fotovoltaicos para la generación de la energía eléctrica en el plantel de Seaboard Honduras con el objetivo de poder generar su propia energía para consumo durante las operaciones diarias en el predio y así poder reemplazar el suministro de energía por parte de la estatal eléctrica ENEE. Este proyecto va a ser instalado sobre los techos de los talleres y bodegas que posee la empresa Seaboard Honduras

4.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

A continuación, se presentan las características del proyecto que se va a implementar y que son parte fundamental a tomar en cuenta en la instalación de un sistema solar fotovoltaico en cualquier localidad donde se pretenda instalar.

4.1.1.1 MACRO-UBICACIÓN DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

El proyecto está ubicado en San Pedro Sula, en la 2 calle, salida vieja a La Lima ingresando por Confecciones el Barón, y tiene una latitud de 15.5084, con una longitud de -87.99, y altitud de 43°, esta información la podemos apreciar en la figura 18, y fue obtenida ingresando a Google maps y posicionándonos en la ubicación del proyecto.

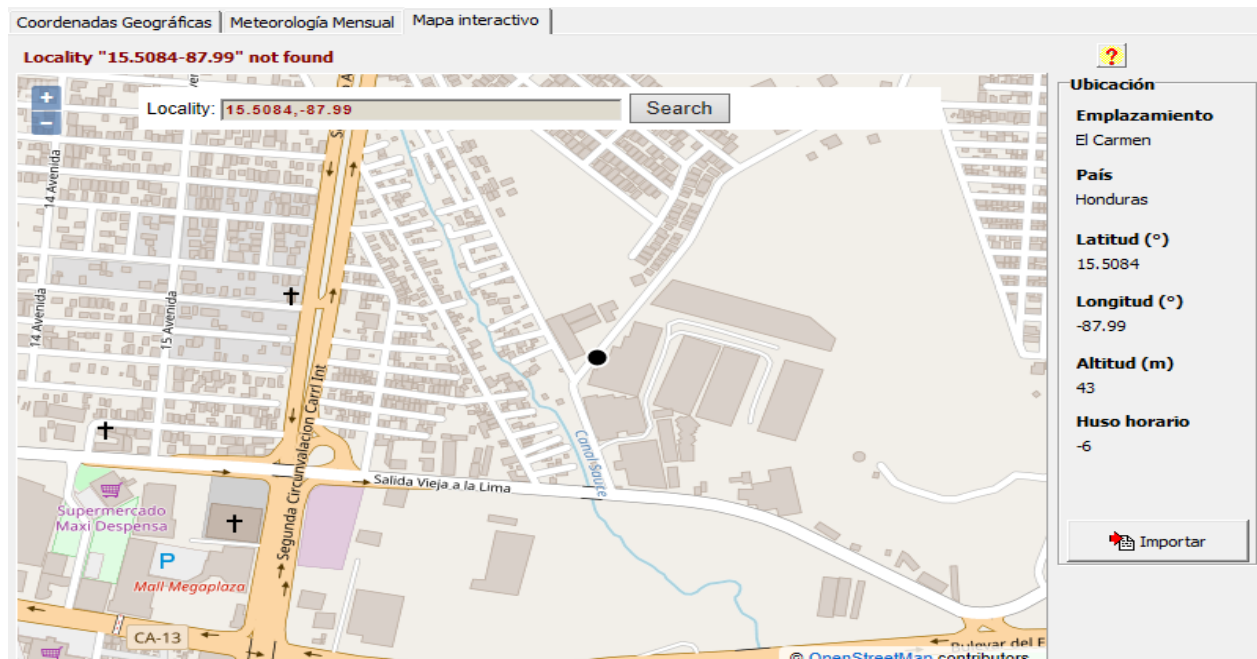


Figura 18. Ubicación del Plantel de Seaboard Honduras

Fuente: PV Syst V.6.83 (2018)

La figura 19 muestra la radiación horizontal que impera en la zona donde está ubicado el proyecto, donde se puede apreciar que entre marzo y agosto existen los niveles de mayor radiación solar.

Sitio El Carmen (Honduras)						
Origen de datos: Meteonorm 7.2 (2000-2009), Sat=100%						
	Irradiación global horizontal	Irradiación difusa horizontal	Temperatura	Velocidad del Viento	Linke Turbidity	Relative Humidity
	kWh/m ² .mes	kWh/m ² .mes	°C	m/s	[-]	%
Enero	123.5	53.5	23.6	1.90	2.904	85.5
Febrero	137.8	58.7	24.9	2.19	3.056	81.4
Marzo	162.9	73.2	26.5	2.60	3.340	74.8
Abril	167.1	80.7	27.5	2.79	4.253	75.7
Mayo	163.5	85.8	28.7	2.69	5.294	75.2
Junio	164.2	86.8	28.2	2.49	3.600	79.8
Julio	168.6	85.4	28.1	2.39	3.661	80.1
Agosto	178.0	77.0	28.3	2.40	3.600	80.3
Septiembre	157.5	71.1	28.0	2.29	3.538	81.8
Octubre	139.5	68.9	27.0	1.90	3.272	83.8
Noviembre	111.3	56.4	24.7	1.80	3.130	86.9
Diciembre	108.8	59.7	24.4	1.70	2.981	85.9
Año	1782.5	857.2	26.7	2.3	3.552	80.9

Figura 19. Irradiación global horizontal

Fuente: (Elaboración propia en el sistema PVsyst. 2018)

Ubicación del área del proyecto.



Figura 20. Imagen del plantel

Fuente: (Google Maps, 2019)

Los paneles solares estarán fijados sobre el techo de la bodega de repuestos y tendrán una orientación hacia el sur, esta orientación es la más indicada según expertos en temas de energía solar.

En relación con la inclinación de los paneles solares para permitir que el agua de la lluvia se escurra, es recomendable acercarse a las condiciones óptimas de la instalación: orientación sur e inclinación entre 5° y 10° menos que la latitud, para efecto de este proyecto, la inclinación será de 20° .

El estudio de la instalación estará definido por los siguientes parámetros fundamentales: micro ubicación del proyecto, demanda promedio de kwh por mes, cantidad de paneles necesarios para el estudio y la configuración del sistema solar. La configuración se hará en el punto donde se encuentra el cuarto eléctrico, que está justo donde se encuentra el área instalada.

4.1.1.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS.

Los paneles que se utilizarán tienen una dimensión de 1956x992x40 mm y un peso de 22.8kg, en el diseño de la instalación se tomará como prioridad que los paneles estén ubicados coplanarios al techo, con una orientación al sur, y una latitud de 20° y un ángulo Acimut de -77o. en la instalación habrá **2** inversores y **72** paneles solares

4.1.1.3 COMPONENTES ELÉCTRICOS

Los componentes más importantes en una instalación fotovoltaica son los paneles fotovoltaicos, inversores, contadores y cajas de protección.

4.2 ESTUDIO DE MERCADO

4.2.1 OFERTA

Kotler (2008), dice que oferta es la cantidad de una mercancía o servicio que entra en el mercado a un precio dado en un momento determinado. La oferta es, por lo tanto, una cantidad concreta, bien especificada en cuanto al precio y al periodo de tiempo que cubre, y no una cantidad potencial de ofrecer bienes y servicios. La ley de la oferta establece básicamente que cuanto mayor sea el precio mayor será la cantidad de bienes y servicios que los oferentes están dispuestos a llevar al mercado, y viceversa; cuanto mayor sea el periodo de tiempo considerado, por otra parte, más serán los productores que tendrán tiempo para ajustar su producción para beneficiarse del precio existente.

En el mercado de aplicación de tecnología fotovoltaica, existen diferentes empresas que se dedican a ofrecer sistemas de energía solar fotovoltaica, entre las cuales se encuentran: SOLUZ Honduras. SIELSOL, INSAGRO-SOLAR S.A. Solar Engineering, ProveTecno, NRGEA, Construcción mundo Verde S.A. Y SmartSolar. Como se observa existen varias empresas reconocidas dedicadas al rubro de instalaciones solares fotovoltaicos y que cuentan con una excelente experiencia (“Sitio Solar, Portal de energías renovables”, 2019).

4.2.1.2 DEMANDA

Kotler (2008) afirma que la demanda es la cantidad de una mercancía que los consumidores desean y pueden comprar a un precio dado en un determinado momento. La demanda, como concepto económico, no se equipará simplemente con el deseo o necesidad que exista por un bien, sino que requiere además que los consumidores, o demandantes, tengan el deseo y la capacidad efectiva de pagar por dicho bien. La demanda total que existe en una economía se denomina demanda agregada y resulta un concepto importante en los análisis macroeconómicos.

En la actualidad en Honduras se estima una demanda máxima de energía de 1602 megavatios. La matriz energética del país proviene de fuentes de energía renovables, y no renovables, la utilización de energía provenientes de fuentes de energía limpia ha ganado terreno en el país, por lo que a marzo de 2019 la utilización de energía de fuentes no renovables es del 37%, y la utilización de energía con fuentes renovables es del 63%. Dentro de la cual incluye la energía solar que es del 19%. (Asociación Hondureña de Productores de Energía Electrica,2019)

4.2.1.3 CONSUMIDORES

El consumo de energía eléctrica por sector para el año 2014 se detalla a continuación en el siguiente gráfico:

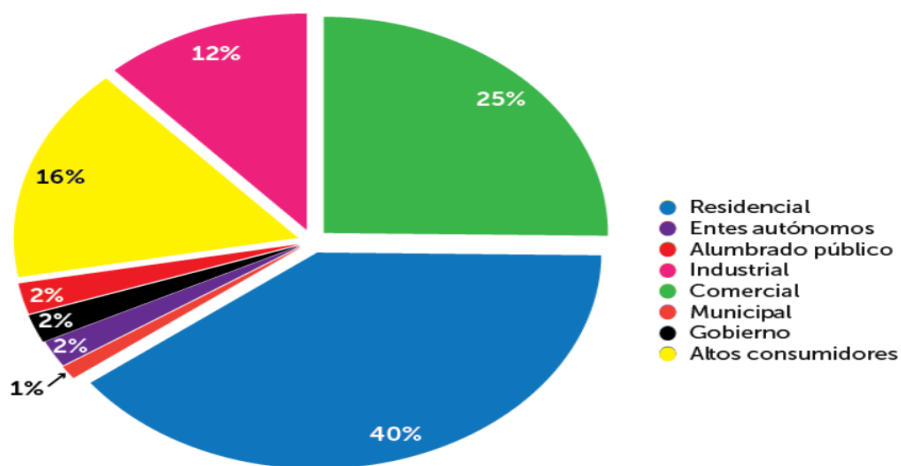


Figura 21. Consumo de energía eléctrica por sector para el año 2014

Fuente: (ENEE, 2014)

4.2.4. ANÁLISIS DEL PRECIO DEL KILOWATT HORA EN HONDURAS.

En Honduras, la empresa que suministra la energía eléctrica es la ENEE, y ésta tiene establecido tarifas eléctricas para los distintos rubros, ya sea comercial, industrial y residencial. En el caso de Seaboard se ubica en el servicio general de baja tensión y el precio por KWh es de L. 4.7928

Tabla 6. Datos aprobados el 29 de septiembre del 2018.

SERVICIO	Cargo Fijo	Precio de la potencia	Precio de la energía
	L/abonado-m	L/kW-mes	L/kWh
Servicio Residencial			
Consumo de 0 a 50 KWh/mes	51.19		1.8889
Consumo mayor a 50 kWh/mes	51.19		
primeros 50 kWh/mes			1.8889
Siguientes kWh/mes			4.6671
Servicio General en Baja Tensión	54.57		4.7928
Servicio en Media Tensión	2280	260.6356	3.1611
Servicio en Alta Tensión	5700	218.069	2.9417

Fuente: (IAIP septiembre del 2018)

4.3 ESTUDIO TÉCNICO

4.3.1 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica se puede definir como la tecnología utilizada para el aprovechamiento eléctrico de la energía del sol, a partir de las denominadas células fotovoltaicas. Mediante estas células, la radiación solar se transforma directamente en electricidad, aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores (Guerrero Pérez, 2017, pág. 9).

4.3.2 MATERIALES SEMICONDUCTORES

Son materiales cuya conductividad varía con la temperatura, pudiéndose comportar como conductores o aislantes dependiendo de la misma. El material semiconductor más utilizado es el Silicio (Si), pero hay otros semiconductores como el Germanio (Ge) que también son muy usados (Guerrero Pérez, 2017, pág. 9).

4.3.3 PANELES SOLARES

Según (Gimeno Sales, Segui Chilet, Orts Grau, 2011) se puede definir un panel solar o modulo fotovoltaico: La capacidad de generación habitual de una célula solar viene a ser de 2 voltios y 100mA. Los fabricantes agrupan eléctricamente las células solares asociándolas en paralelo o en serie y las encapsulan en un único dispositivo llamado “panel solar o módulo fotovoltaico”, que constituyen el elemento básico con el que se construyen los generadores fotovoltaicos.

El panel solar o modulo fotovoltaico proporciona unos determinados niveles de voltaje y corriente dependiendo del tipo y número de células conectadas y del tipo de conexión.

El panel solar protege a las células frente a las agresiones de los agentes de la intemperie, las aísla eléctricamente del exterior y da rigidez mecánica al conjunto. El tiempo de vida de los módulos, en condiciones normales de operación, debe ser superior a 20 años y viene determinado por la duración del encapsulado, que debe ser impermeable al agua además de resistir la fatiga térmica y la abrasión.

El mercado ofrece diferentes tipos de módulos, los más característicos están constituidos por células solares de silicio cristalino, todas de igual tamaño, asociadas en serie/paralelo y encapsuladas en una lámina de vidrio. De la unión de estas células se obtiene el panel fotovoltaico



Figura 22. Panel solar fotovoltaico policristalino SOLARIS-325P-72

Fuente: Cotización en Solaris. 2019)

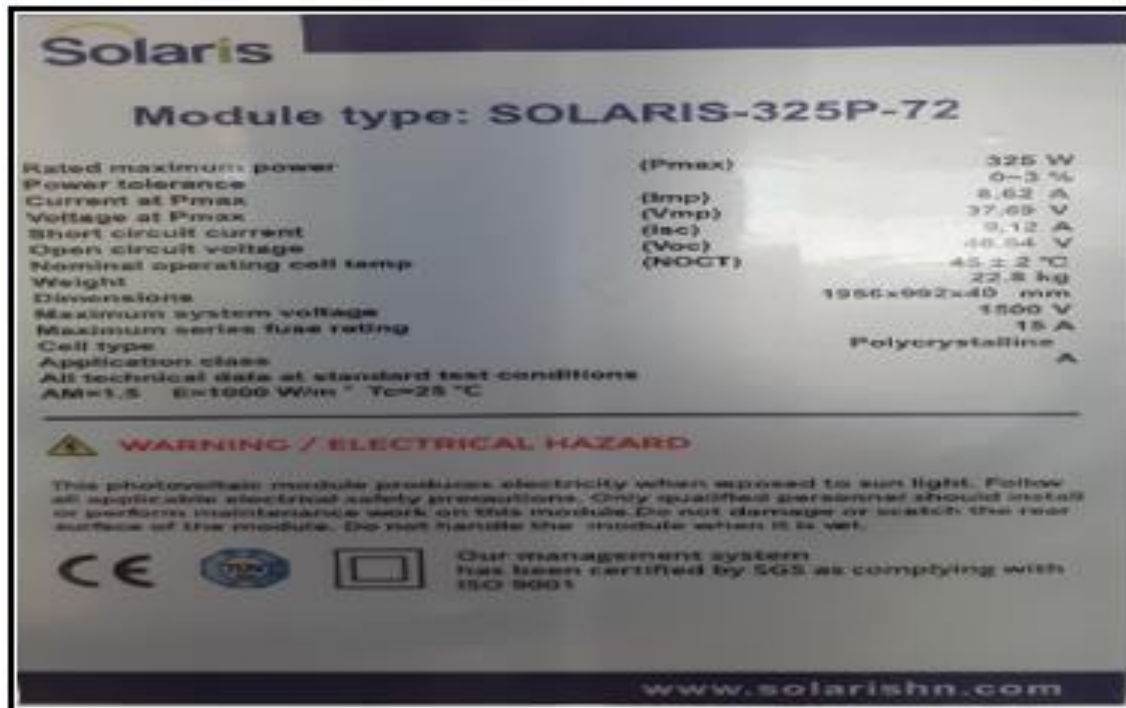


Figura 23. Imagen de las especificaciones de un panel solar cotizado en Solaris.

Fuente: (Cotización en Solaris, 2019)

4.3.4 TRANSMISIÓN DE ENERGÍA

Los paneles solares constituyen uno de los métodos más simples que se pueden usar para convertir la energía del sol en energía eléctrica aprovechable, sin que esta transformación produzca subproductos peligrosos para el medio ambiente. Parten de una fuente de energía virtualmente inagotable: La energía que emite el sol, la cual llega con una cantidad tal, que, si toda ella pudiera ser aprovechada, bastaría media hora de un día para satisfacer la demanda energética mundial durante todo un año. Aunque esto como ya se sabe, no ocurre en el plano teórico y es imposible de realizar de forma práctica.

4.3.5 RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar llega a la tierra en forma de ondas electromagnéticas, que se desplazan por el espacio en todas las direcciones, ya que estas no necesitan un medio físico para poder

desplazarse. Este fenómeno se denomina radiación.

Existen algunos factores fundamentales que determinan el nivel de la radiación recibida en la superficie terrestre. Estos son:

- 1) Condiciones atmosféricas y ambientales del lugar.
- 2) Situación geográfica.
- 3) Movimiento de la tierra.

Antes de llegar a la superficie de la tierra, la radiación es reflejada al entrar en la atmósfera por la presencia de las nubes, el vapor de agua, etc., y dispersada por las moléculas de agua, el polvo en suspensión, debido a esto, la radiación solar que llega a la superficie terrestre procede de tres componentes:

Radiación directa: formada por los rayos que provienen directamente del sol, es decir, que no llegan a ser dispersados.

Radiación difusa: procede de toda la bóveda celeste, excepto la que llega del sol, y está originada por los efectos de dispersión mencionados anteriormente.

Radiación del albedo: procedente del suelo, se debe a la reflexión de parte de la radiación incidente sobre montañas, lagos, edificios, etc. Depende muy directamente de la naturaleza de estos elementos. La suma de estos tres componentes da lugar a la radiación global (Guerrero Pérez, 2017, pág. 21).

4.3.5.1 PANELES FOTOVOLTAICOS

Un panel solar o fotovoltaico está formado por varias células idénticas interconectadas eléctricamente, en serie y/o en paralelo, de forma que la tensión y corriente que pueda suministrar el panel se ajuste al valor deseado. La mayor parte de los paneles solares se construyen asociando primero células en serie, hasta conseguir el nivel de tensión deseado; y, posteriormente, colocando

en paralelo varias de estas asociaciones en serie, para poder alcanzar el nivel de intensidad necesario.

Los paneles solares suelen tener entre 28 y 40 células, aunque lo más habitual es que cuenten con 36. La superficie del panel o módulo puede variar entre 0.1 y 0.5 m² y presenta dos tomas de salida: positiva y negativa, aunque a veces tiene alguna intermedia para permitir la colocación de diodos de protección. Normalmente, los paneles que se utilizan están diseñados para trabajar en combinación con baterías de tensiones múltiplo de 12V.

4.3.5.2 ESTRUCTURA DE SOPORTE

La estructura soporte asegura el anclaje del generador solar, y le proporciona la orientación y el ángulo de inclinación idóneo para el mejor aprovechamiento de la radiación solar incidente. Además, es la encargada de hacer que módulos o paneles fotovoltaicos resistan la acción ejercida por los agentes atmosféricos. Hay que recordar que los paneles fotovoltaicos pesan poco, pero en cambio ofrecen una gran superficie que oponer al viento, lo que puede traducirse en esfuerzos que, durante una fuerte racha de este, hagan que los paneles salgan proyectados desde su ubicación.

La elección de los soportes empleados para la sujeción de los paneles será para montaje de los paneles sobre un tejado. La estructura soporte será fija, los paneles se colocarán sobre soportes rígidos, las estructuras rígidas son usadas donde la latitud permite elegir un ángulo de inclinación fijo. Los soportes rígidos permiten mantener el ángulo de inclinación óptimo, aun cuando soplen vientos fuertes. El material del cual debe ser hecha la estructura soporte debe ser hierro protegido contra la corrosión mediante un tratamiento de galvanizado o zincado. O en caso de que la estructura no venga debidamente protegida contra la oxidación por el fabricante deben recubrirse con dos capas de pintura antioxidante.

Se utilizarán paneles solares de la marca BLD SOLAR o su equivalente que son 340 watts de potencia y con un peso de 22 kg.

4.3.5.3 INVERSORES

En muchas aplicaciones que funcionan con corriente continua, las tensiones proporcionadas por el acumulador no coinciden con las solicitadas por los elementos de consumo. En estos casos, la mejor solución consiste en la utilización de un convertidor de tensión continua – continua (CC/CC). En otras aplicaciones, el consumo incluye elementos que funcionan con corriente alterna. Puesto que, tanto los paneles fotovoltaicos como las baterías proporcionan corriente continua, se hace necesaria la presencia de un inversor que transforme la corriente continua generada en alterna.

Los inversores, convertidores o rectificadores son sistemas de potencia capaces de adaptar la corriente generada en los módulos a las diferentes condiciones de consumo eléctrico, la denominación de cada uno de estos sistemas dependerá del tipo de corriente que transforme. Así, se denomina inversor al elemento que transforma la CC en CA; rectificador, al que transforma la CA en CC; y convertidor, el que modifica un valor de CC en otro diferente también en CC.

El inversor es una pieza fundamental en una instalación solar fotovoltaica, ya que permite la conversión de la energía generada por los paneles fotovoltaicos de corriente continua a corriente alterna, así como su adecuación a la tensión y frecuencia de la red. El inversor que se utilizará es el PVI-10KW. Las funciones principales de los inversores son: Inversión corriente Directa DC, inversión corriente alterna AC, también se encargan de seguir el punto de máxima potencia de los módulos fotovoltaicos optimizando la producción de energía.

Los parámetros que caracterizan a un inversor son:

Tensión nominal: es la tensión a aplicar entre los bornes de entrada del inversor, y debe asegurar una correcta operación en todo margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

Potencia nominal: es la potencia que el inversor puede suministrar de forma continua. Suele oscilar entre 100 y 5.000 W. Es muy importante tener en cuenta que la potencia que produzca el inversor debe ser capaz de arrancar y operar todas las cargas de la instalación.

Capacidad de sobrecarga: es la capacidad del inversor para suministrar una potencia que sea superior a la nominal y el tiempo que ésta se pueda mantener.

Eficiencia: es la relación que existe entre la potencia que el regulador entrega la carga, y la que consume del generador o de las baterías.

Forma de onda: es la forma onda de la señal que el inversor suministra a su salida. El inversor perfecto es el de onda senoidal, pero también es el de mayor coste. Para determinadas aplicaciones, puede ser necesario uno de onda cuadrada (Iluminación y pequeños motores).



Figura 24. Imagen del inversor EATON PVI-10KW

Fuente: cotización en Solaris, 2019)



EATON
PVI-10KW

DC Nenn-Betriebsspannung Nominal operating voltage	640V
DC Max. Eingangsstrom Max. input current	13A
DC Betriebsspannungsbereich Operating voltage range	290-800V
AC Nenn-Betriebsspannung Nominal operating voltage	400V, 3Ø4W+PE
AC Nenn-Betriebsfrequenz Nominal operating frequency	50Hz
AC Nenn-Ausgangsleistung Nominal output power	10000W
AC Max. Ausgangsleistung Max. output power	11000W
AC Max. Ausgangsstrom Max. output current	17.5A 3Ø4W+PE
Betriebstemperaturbereich Operating temperature range	-20-55°C
Geräte-Schutzart Device-Degree of Protection	IP65
Made in Taiwan	

CE  

Figura 25. Especificaciones del inversor EATON PVI-10KW

Fuente: (Cotización en Solaris, 2019)

4.3.5.4 CONTADOR BIDIRECCIONAL

Se utilizará el contador bidireccional propiedad de la ENEE, en este proyecto se producirá energía solo para autoconsumo, si en un futuro se cuenta con la reglamentación de la ley de energía solar, y existe la posibilidad de inyectarle a la red, el sistema va a estar ya configurado para poderse utilizar

4.3.5.5 ACUMULADORES.

La energía producida y demandada en las instalaciones fotovoltaicas es muy variable y depende de la radiación incidente. Por esta razón, se hace imprescindible disponer de un sistema de acumulación de energía que permita ajustar la oferta a la demanda energética. En las instalaciones aisladas, este almacenamiento energético se realiza en baterías.

Tipos de acumuladores

En el mercado no existe una batería óptima para todas las aplicaciones, sino que existen varios tipos. Los más importantes son:

Plomo ácido (Pb-ácido).

Níquel-Cadmio (Ni-Cd).

Níquel-Zinc (Ni-Zn).

Zn-Cloro ($Zn-Cl_2$).

De todos estos, más del 90% del mercado corresponde a las baterías de Plomo ácido que, en general y siempre que pueda realizarse un mantenimiento, son las que mejor se adaptan a los sistemas de generación fotovoltaica. Dentro de las de plomo ácido, se pueden localizar las de Plomo-Calcio (Pb-Ca) y las de Plomo-Antimonio (Pb-Sb).

Las primeras tienen a su favor un menor auto descarga, así como un mantenimiento más limitado; mientras que las de Pb-Sb sufren un deterioro inferior con la sucesión de ciclos y presentan mejores propiedades para niveles de baja carga. Este segundo tipo soporta grandes descargas y siempre tiene, atendiendo a las condiciones de uso, una vida media comprendida entre los diez y quince años (Guerrero Pérez, 2017).

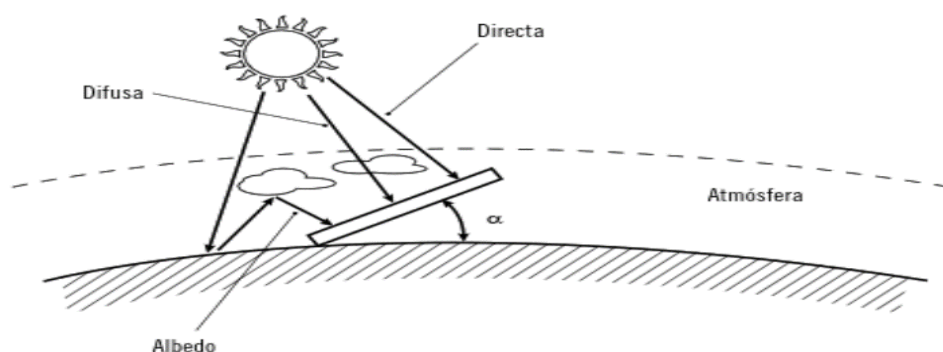


Figura 26. Energía incidente sobre una superficie plana inclinada

Fuente: (Guerrero Pérez, 2017)

Para determinar el valor de radiación emitida sobre un plano dado, durante un intervalo de tiempo, normalmente una hora o día, se expresa en KW/m² (Tobajas, Carlos. 2018)

4.3.5.6 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS A CONSIDERAR

A la hora de aprovechar al máximo la energía solar, es necesario tener en cuenta que el sol no se encuentra a la misma altura (respecto al horizonte) en invierno que, en verano, lo que significa que la inclinación de los paneles fotovoltaicos no puede ser fija si se quiere que, en todo momento, esos paneles se encuentren perpendicularmente orientados al sol (Guerrero Pérez, 2017, pág. 25).

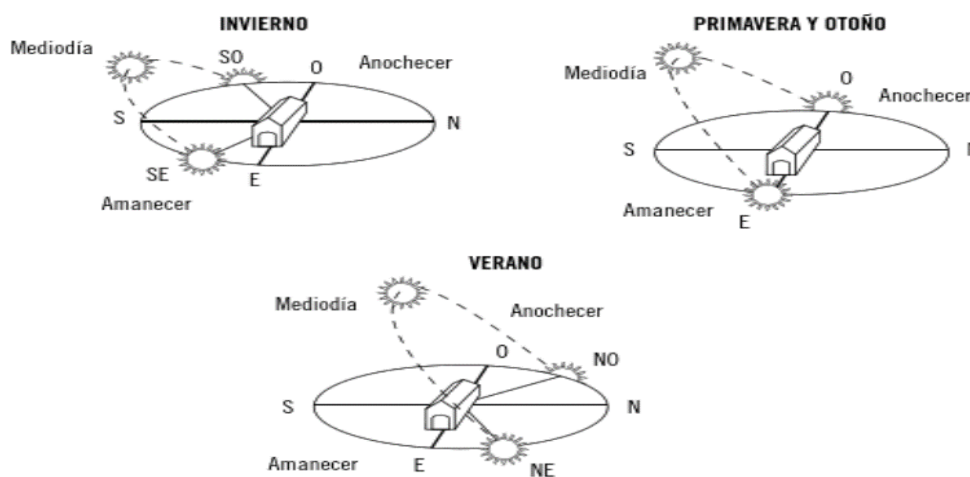


Figura 27. Posición del sol en diferentes estaciones y momentos del día

Fuente: (Guerrero Pérez, 2017)

La inclinación óptima de cualquier captador solar se establece en función de la latitud y la aplicación, la latitud mide el ángulo desde un punto cualquiera del planeta con respecto al ecuador. Este ángulo se mide desde el meridiano (línea imaginaria que rodea la tierra y que pasa por los polos) del lugar correspondiente. La inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos depende de la latitud del lugar donde se instalen, lo que implica una inclinación entre 5° y 10° respecto a la latitud, y de la época del año en la que se quiera maximizar la producción. En cualquier caso, es recomendable una inclinación superior a los 15°, para permitir que el agua de la lluvia se escurra, es recomendable acercarse a las condiciones óptimas de la instalación: orientación sur e inclinación entre 5° y 10° menos que la latitud (Guerrero Pérez, 2017, pág. 25).

Las denominadas horas pico solar constituyen un parámetro fundamental para el dimensionado de los sistemas fotovoltaicos. Corresponden al número de horas en las que cada metro cuadrado de superficie captadora obtiene, de modo constante, 1000 W de energía. El número de horas pico de un día concreto, se puede calcular dividiendo la energía producida en ese día entre 1000 W/m² (Guerrero Pérez, 2017, pág. 25).

4.3.5.7 CÁLCULO DE CONSUMO Y TARIFA ELÉCTRICA

Un aspecto muy importante a tener en cuenta a la hora de comenzar con el dimensionado de una instalación fotovoltaica aislada es la estimación detallada del consumo diario medio mensual a lo largo del año (Guerrero Pérez, 2017, pág. 172).

Es necesario realizar el cálculo de la demanda de energía, para estimar la demanda de energía diaria media mensual en watt hora, se debe multiplicar la potencia de cada equipo por el número de horas de funcionamiento diarias media mensual del mismo. Como las horas de funcionamiento pueden ser diferentes en los distintos meses, es necesario realizar dicho cálculo para todos los meses del año (Guerrero Pérez, 2017, pág. 172).

Según La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica CREE (2017) Se define a la tarifa eléctrica como: Es el precio que pagan los usuarios del servicio eléctrico, diferenciando las demandas por grupos o categorías, niveles de tensión de suministros, usos por bloques de horarios.

4.3.5.8 LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS AISLADOS

Un sistema fotovoltaico aislado o autónomo se trata de un sistema auto abastecedor, ya que aprovecha la irradiación solar para generar la energía eléctrica necesaria en el suministro de una instalación. La función básica de convertir la radiación solar en electricidad la realiza el módulo fotovoltaico. La corriente producida por el módulo fotovoltaico es corriente continua a un voltaje que generalmente es de 12V(voltios), dependiendo de la configuración del sistema puede ser de 24V o 48V. (Pareja, M. 2010)

La energía eléctrica producida se almacena en baterías, para que pueda ser utilizada en

cualquier momento, y no solo cuando está disponible la radiación solar. Esta acumulación de energía debe estar dimensionada de forma que el sistema siga funcionando incluso en períodos largos de mal tiempo y cuando la radiación solar sea baja (por ejemplo, cuando sea un día nublado). De esta forma se asegura un suministro prácticamente continuo de energía. (Pareja, M. 2010)

La diferencia básica que existe entre una instalación solar aislada, y una instalación solar conectada a la red eléctrica, es que una utiliza baterías para acumular la energía eléctrica producida por el día, y la otra tal como se genera la electricidad se introducen en la red eléctrica (Guerrero Pérez, 2017, pág. 60).

4.4 ANÁLISIS DE DATOS

El tamaño de los paneles solares dependerá fundamentalmente del consumo al que estén destinados (demanda eléctrica de la instalación).

4.4.1 INSTALACIONES FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la línea eléctrica han sido objeto de un interés creciente durante los últimos años en todos los países industrializados. Actualmente solo un porcentaje muy pequeño de la electricidad se utiliza en instalaciones aisladas de las redes eléctricas.

Un sistema fotovoltaico de conexión a red es un tipo de instalación en la que intervienen tres elementos: los módulos fotovoltaicos, el inversor y la línea eléctrica. La energía generada por los módulos fotovoltaicos pasa directamente a un inversor DC/AC que convierte la tensión continua en alterna, inyectando la energía producida en la red eléctrica

4.4.2 INVERSOR A UTILIZAR

Datos:

Potencia del inversor a utilizar: 10Kw

Cantidad de Inversores: 2

Tensión de utilización entrada del inversor: 24V, 48V.

Perdidas por conexionado: 10%

4.4.3 CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL PARQUE SOLAR.

Se busca instalar una potencia que cubra el 100% del consumo del plantel durante las denominadas Hora Solar Pico HSP que para este proyecto se considera 4.5 HSP, es decir que lo que el parque genere se consuma, no instalando paneles solares demás que inyecte el excedente de energía a la red. El cálculo se realizará en base al consumo por hora que tiene el Plantel Seaboard para lograr cubrir 4.5 HSP durante el día.

Pérdidas del inversor = Potencia total inversores * % perdidas del inversor

Pérdidas del inversor = 20,000 Watts * 10%

Pérdidas del inversor = 2,000 Watts

Potencia total del parque solar = Potencia total inversores + perdidas del inversor

Potencia total del parque solar = 20,000 Watts + 2,000 Watts

Potencia total del parque solar = 22,000 Watts

4.4.4 NÚMERO DE PLACAS SOLARES

Tabla 7. Placas solares

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD
Consumo medio diario Plantel Seaboard (12horas)	235.07	kWh/día
Consumo medio por hora Plantel Seaboard	19.589	kWh
Horas Solar Pico (HSP) promedio diario	4.5	Horas
Potencia pico del módulo (Ppm)	275	Watts
Factor global de funcionamiento del panel (Rp)	90	%
Tensión en Circuito abierto (Voc)	85.6	V
Corriente en Corto Circuito (Isc)	6.43	A
Potencia total del parque solar	22	kW

Fuente:(Elaboración propia)

Teniendo la potencia total del parque solar que se desea instalar, se puede saber la cantidad de placas solares que se necesitan conociendo la potencia pico de la placa solar a utilizar.

$$\text{No de paneles} = \frac{\text{Potencia del parque solar}}{\text{Ppm} * \text{HSP} * \text{Rp}}$$

Donde:

Ppm: Potencia pico del módulo solar a utilizar.

HSP: Hora solar pico

Rp: Rendimiento global del panel.

$$\text{No. De paneles} = \frac{22\text{kW}}{0.340\text{KWh} * 0.90}$$

$$\text{No. de paneles} = 72$$

4.4.5 PANELES EN SERIE Y PARALELO

4.4.5.1 PANELES EN SERIE.

Se procede al cálculo del número de paneles en serie, para un correcto cálculo para dimensionar bien la entrada del inversor. El inversor trabaja con un rango mínimo y máximo de tensión en C.C. el cálculo se realiza a través de la siguiente expresión.

$$\text{No. Paneles por serie} = \frac{V_{mpi}}{V_{mpp}}$$

Donde:

Vmpi: Tensión en el punto de trabajo mínimo/máximo de potencia del inversor.

Vmpp: Tensión en el punto de trabajo de máxima potencia del panel solar.

$$\text{No. de paneles por serie mínima} = \frac{150\text{v}}{42.8\text{v}}$$

$$\text{No. de paneles por serie mínima} = 3.5036$$

No. de paneles por serie mínima 3.

No. de paneles por serie máxima $\frac{500v}{42.8v}$

42.8v

No. de paneles por serie máxima 11.68

No. de paneles por serie máxima 12

4.4.5.2 PANELES EN PARALELO

Se procede al cálculo de las series de módulo en paralelo, es decir el número máximo de filas que pueden conectarse en la entrada del inversor, esta misma está limitada por la intensidad máxima de entrada del inversor.

No. de filas = $\frac{I_{cc\ max}}{I_{mpp}}$

I_{mpp}

Donde:

$I_{cc\ max}$: Corriente continua máxima admisible en el inversor.

I_{mpp} : Corriente en el punto de máxima potencia.

No. de filas = $\frac{36A}{8.62A}$

8.62A

No. de filas 4.17

No. de filas = 4

4.4.6 CÁLCULOS PROPIOS DE LA INSTALACIÓN COPLANAR AL TECHO

Para el cálculo de las características de la instalación, vamos a realizarlo utilizando el programa PVsyst 6.2.1, de forma que podamos calcular la energía neta de la instalación, la orientación e inclinación de los paneles solares.

PASO 1.

Se define el diseño del proyecto, se determina el tipo de sistema que será la instalación que para este caso es “Grid-Connected” conectado a la red, Se asigna nombre al proyecto y se procede con los siguientes pasos.



Figura 28. Pantalla principal de la simulación PVsyst

Fuente: (Elaboración propia)

PASO 2.

Se ingresan las coordenadas de la ubicación del proyecto, Plantel Seaboard San Pedro Sula salida Vieja a La Lima contiguo a Maquila Confecciones el Varón. Siendo la latitud 15.50 grados y una longitud de -87.99 grados, tal como se observa en la figura 29.

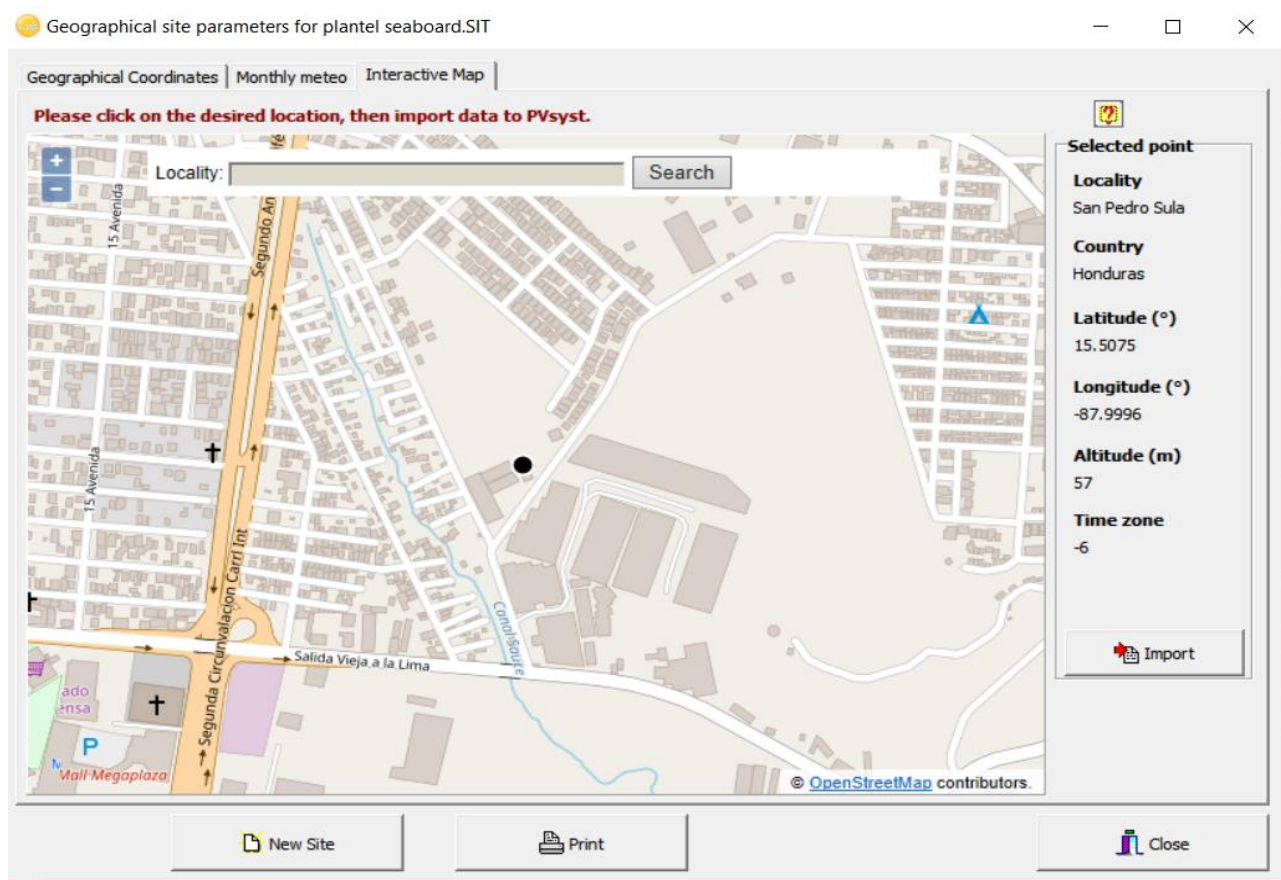


Figura 29. Pantalla de la simulación con PVsyst con las coordenadas físicas del plantel.

Fuente: (Elaboración propia)

PASO 3.

Se define el campo fotovoltaico, se determinan los parámetros de orientación e inclinación de los paneles a utilizar, un ángulo de azimut 20° para nuestro caso, así como la inclinación del plano que es de 77°

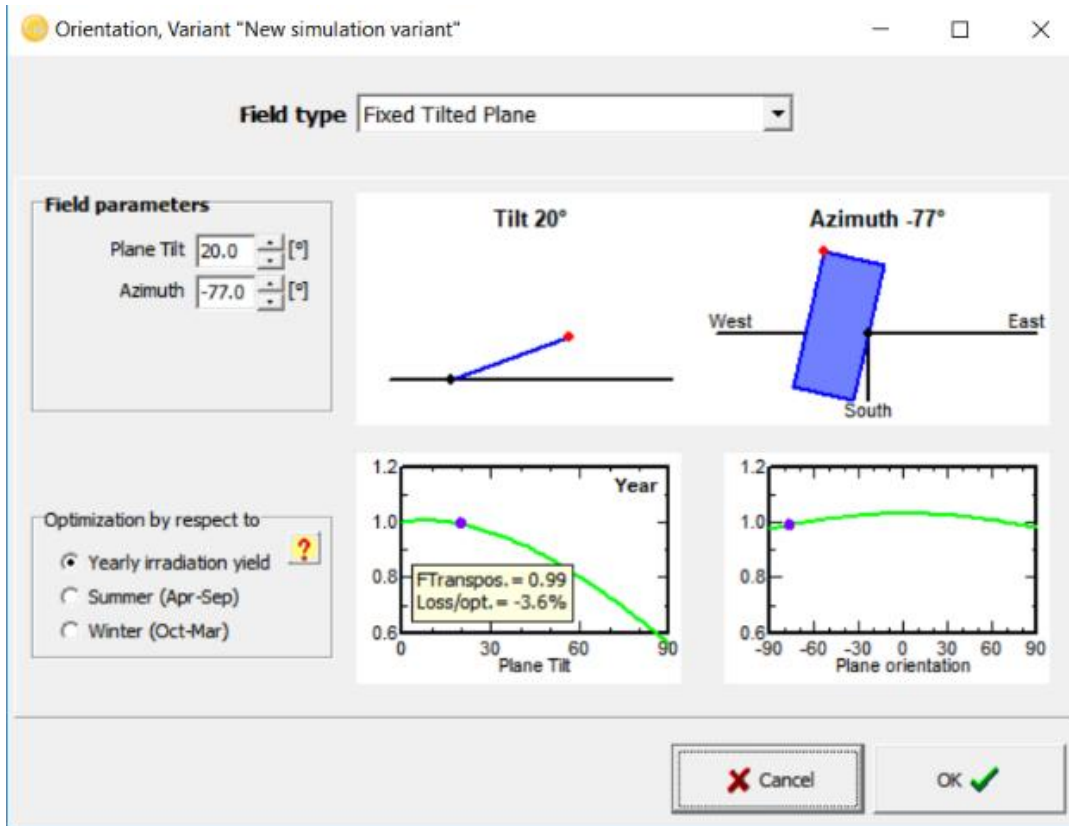


Figura 30. Pantalla PVsyst con el ángulo de inclinación y el azimut para el techo Oeste

Fuente: (Elaboración propia)

PASO 4

Se define el sistema que será de 6 cadenas con 12 modulos en serie, seleccionamos el panel fotovoltaico que hallamos escogido, asi como el inversor, en la parte inferior izquierda tal como se muestra en la pantalla seleccionamos el numero de modulos en serie, y el numero de cadenas, tal como se observa en la figura 31. Para el techo oeste del Plantel.

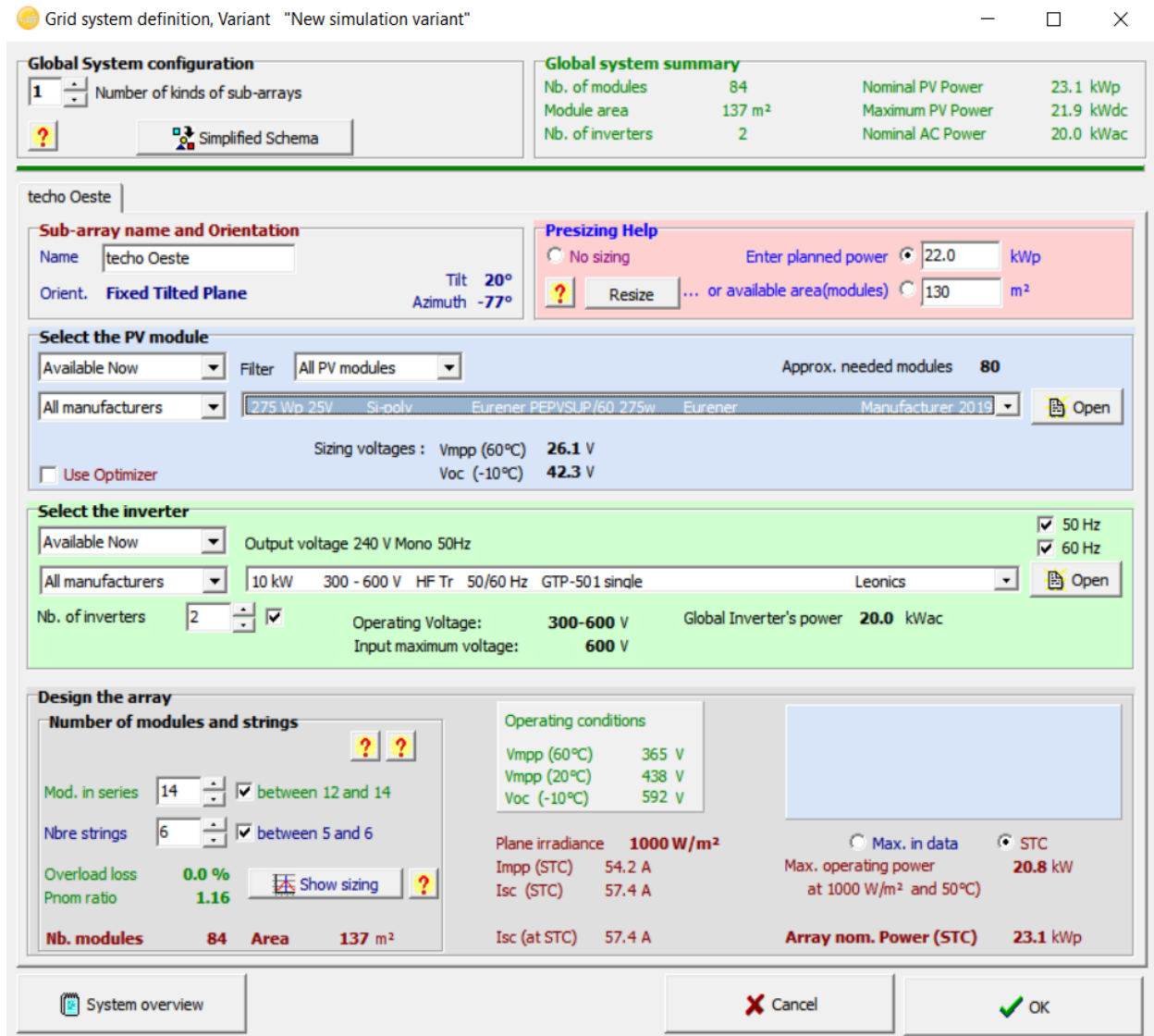


Figura 31. Pantalla PVsyst con el panel e inversores seleccionados para el techo Oeste.

Fuente: (Elaboración propia)

PASO 5

Una vez con toda la información ingresada que requiere el programa, se procede a su simulación, es importante mencionar que como base de este estudio fue necesario realizar un estudio de consumo energético mensual, que sirvió como base para saber la cantidad de energía consumida por el plantel que se desea cubrir con la instalación de los paneles.



Figura 32. Pantalla PVsyst Previa a la realización de la simulación.

Fuente: (Elaboración propia)

PASO 6

Se ingreso al programa todos los datos de consumo mensual de Plantel Seaboard Honduras San Pedro Sula, obteniendo asi el promedio mensual consumido fue de 7160 kWh/mes, con un consumo total de 85,920 KWh

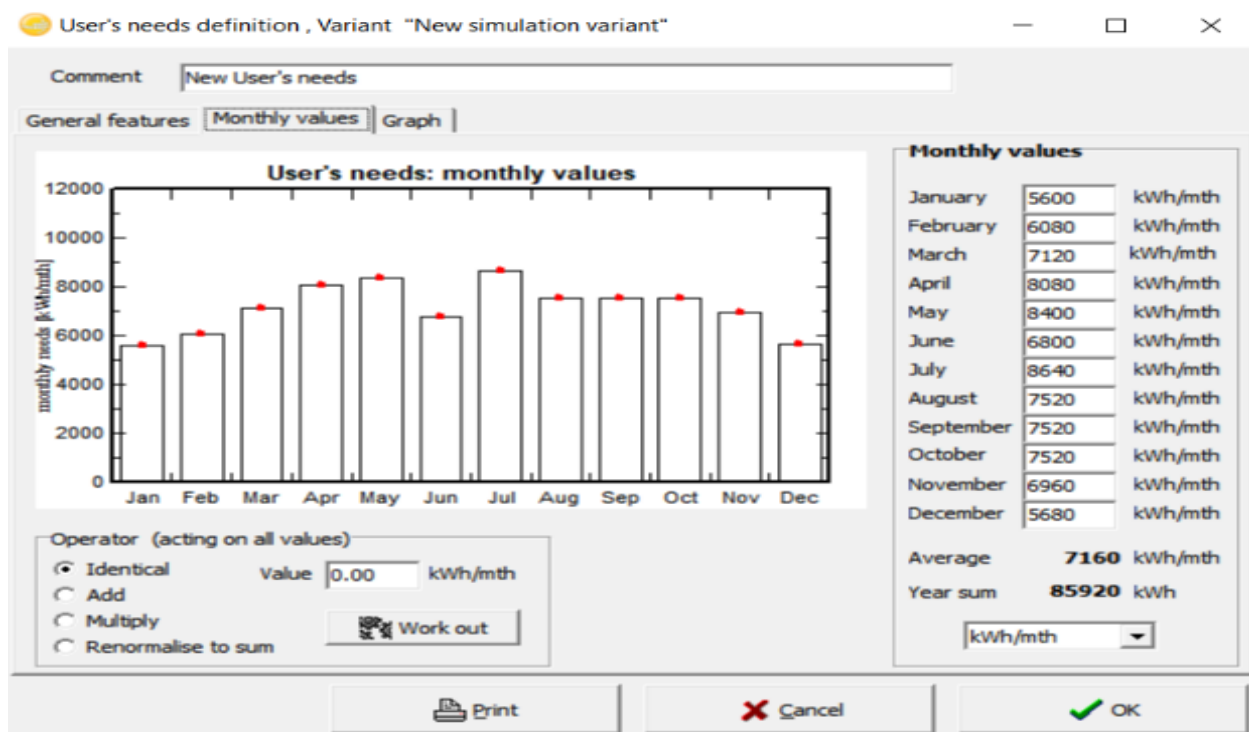


Figura 33. Consumo de energía mensual promedio y anual de Plantel Seaboard Honduras

Fuente: (Elaboración propia)

Es importante mencionar que, al ingresar los datos, se incluye los meses de lluvia y verano del lugar donde se realizara el proyecto, siendo en Honduras la temporada seca desde mediados de mayo hasta mediados de noviembre. Y la temporada lluviosa de finales de noviembre hasta el mes de abril, con la finalidad de los datos que se obtengan sean reales.

PASO 7

Se procede con la simulación de la instalación fotovoltaica en el techo oeste del Plantel Seaboard, ubicada en la Ciudad de San Pedro Sula Honduras.

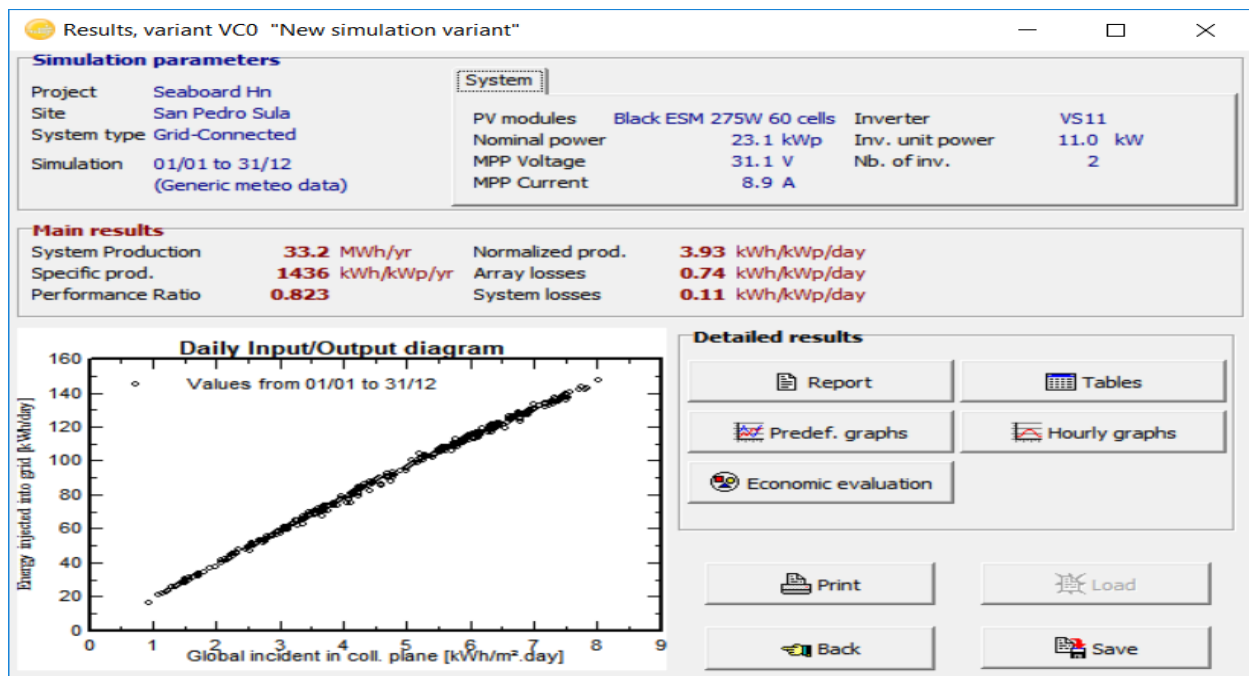


Figura 34. Simulación de la instalación fotovoltaica Plantel Seaboard Honduras.

Fuente: (Elaboración propia)

De este gráfico se pueden obtener resultados concluyentes:

- 1) Producción anual del sistema: 33.2 MWp/año
- 2) Factor de rendimiento: 0.823
- 3) Producción normalizada: 3.93 kWh/día
- 4) Pérdidas del generador fotovoltaico: 0.74 kWh/día
- 5) Pérdidas del sistema: 0.11 kWh p/día

Como se observa en los parámetros obtenidos es importante mencionar que la producción de la instalación solar fotovoltaica solo cubrirá un 38.64% del total del consumo energético del Plantel con un factor de rendimiento 82.3%, es un valor que se puede considerar óptimo, ya en este tipo de instalaciones siempre existen pérdidas debidas al generador fotovoltaico, inversores, cableado entre otras.

Se detallan los balances de energía más importantes obtenidos con el Simulador PVsyst.

- 1) GlobInc: Radiación incidente sobre los módulos solares fotovoltaicos.

- 2) T_{Amb}: Temperatura ambiente.
- 3) E_{arrEff}: Energía referencia para el generador fotovoltaico
- 4) E_{Array}: Energía efectiva en la salida del generador.
- 5) Inv_{loss}: Pérdidas globales inversor.
- 6) E_{Grid}: Energía disponible para utilizar.
- 7) Glob_{Eff}: Energía disponible por hora por metro cuadrado.
- 8) PR: Factor de rendimiento.

Tabla 8. Simulación de la generación fotovoltaica Plantel Seaboard Honduras.

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR
January	68.6	33.63	23.84	67.1	64.7	1342	1304	0.841
February	136.7	63.90	24.80	136.2	131.7	2690	2619	0.833
March	162.0	69.70	26.43	160.7	155.9	3113	3026	0.815
April	165.3	75.50	27.50	163.3	158.4	3153	3067	0.813
May	162.3	84.60	28.61	157.7	152.8	3037	2953	0.811
June	163.5	79.20	28.22	157.3	152.3	3055	2974	0.819
July	167.6	88.40	28.14	160.7	155.5	3129	3045	0.820
August	178.1	83.40	28.20	173.9	168.6	3366	3278	0.816
September	157.2	64.50	27.89	154.9	150.5	3008	2928	0.818
October	139.2	78.80	26.88	141.0	136.5	2764	2689	0.825
November	110.8	55.90	24.62	111.2	107.3	2219	2153	0.838
December	108.1	59.10	24.29	106.8	102.8	2129	2065	0.837
Year	1719.4	836.62	26.73	1690.7	1637.0	33006	32102	0.822

Fuente: (Elaboración propia PVsyst)

De la figura anterior se puede observar que la energía producida por la instalación solar fotovoltaica será de 32,102 kWh anualmente, energía que será utilizada solo para consumo interno no habrá excedente para inyectar a la red, los cuales servirán para cubrir la demanda energética que tiene el plantel de Seaboard que son 85,920 kWh, es decir la instalación servirá para cubrir un 37.37% de su demanda.

El programa de cálculo nos pronostica una energía producida de utilización en la instalación con paneles solares sobre el techo Oeste del plantel de 32.102 MWh/año, con un rendimiento global del 82.20% de la instalación. Con lo cual sería satisfactorio la instalación.

PVSYST V6.83		15/09/19	Page 1/5
Grid-Connected System: Simulation parameters			
Project : PLANTEL SEAB.			
Geographical Site	San Pedro Sula	Country	Honduras
Situation	Latitude 15.51° N	Longitude	-88.00° W
Time defined as	Legal Time	Time zone	UT-6
	Albedo	Altitude	75 m
Meteo data:	San Pedro Sula	Meteonorm 7.2 (2000-2009), Sat=100% - Synthetic	
Simulation variant : New simulation variant			
	Simulation date	15/09/19 21h31	
Simulation parameters	System type	No 3D scene defined, no shadings	
Collector Plane Orientation	Tilt	20°	Azimuth -77°
Models used	Transposition	Perez	Diffuse Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon		
Near Shadings	No Shadings		
User's needs :	monthly values		
	Jan.	Feb.	Mar.
	Apr.	May	June
	July	Aug.	Sep.
	Oct.	Nov.	Dec.
	Year		
	5600	6080	7120
	8080	8400	6800
	8640	7520	7520
	7520	6960	5680
	85920		
			kWh/mth
PV Array Characteristics			
PV module	Si-poly	Model	ESP 340W 72cells
Original PVsyst database	Manufacturer	Einnova Solarline	
SolarEdge Power Optimizer	Model	P370 WorldWide	
PV modules on one Power Optimizer	in series	1	in parallel 1
Nb. of optimizers	In series	18	In parallel 4 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	72	Unit Nom. Power 340 Wp
Array global power	Nominal (STC)	24.48 kWp	At operating cond. 22.01 kWp (50°C)
Output of optimizers	U oper	380 V	I at Poper 58 A
Total area	Module area	140 m²	Cell area 123 m ²
Inverter	Model	SE10000H-EU-APAC/AUS	
Original PVsyst database	Manufacturer	SolarEdge	
Characteristics	Operating Voltage	380 V	Unit Nom. Power 10.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	2 units	Total Power 20 kWac
			Pnom ratio 1.10
PV Array loss factors			
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m ² K	Uv (wind) 0.0 W/m ² K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	88 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction -0.8 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction 0.0 % (fixed voltage)
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param. 0.05

PVsyst Evaluation mode

Figura 35. Cuadro resumen de la simulación fotovoltaica Plantel Seaboard Honduras.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Especificación del sistema fotovoltaico con modelo coplanario

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Potencia DC total	24,480
No. de módulos (paneles solares)	72
Potencia unitaria por módulo	340 Watts
Potencia AC total	20 Kwp
Número de inversores	2
Potencia unitaria por inversor	10 kW
Energía anual a producir	32,102 Kwh
Inclinación de los módulos	20°
Acimut (Orientación de los techos)	-77°
Área de techos cubierta	123 m2
Área disponible de techos	324m2

Fuente: (Elaboración propia)

4.6 ESTUDIO FINANCIERO

Se procederá a la elaboración del plan de inversión, los flujos de caja proyectados, estados financieros proyectados, así como las fuentes de financiamiento y el costo de capital.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis financiero.

4.6.1 INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO

(Baca Urbina, 2012) afirma: La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de una empresa, con excepción del capital de trabajo. Para efectos de este proyecto se considerará como inversión inicial la adquisición de los paneles solares, los inversores, los soportes de metal para los paneles.

4.6.2 PLAN DE INVERSIÓN

El plan de inversión incluye todos los costos pertinentes a la implementación del proyecto, como ser: los costos de las instalaciones del proyecto, costo de los paneles solares, costo de los inversores, costos de los soportes o sujetadores, así como el cable eléctrico que se necesita para la instalación del proyecto. El costo de la inversión es de \$ 19,096.90

Tabla 10. Costos de inversión

COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIOS	COSTO TOTAL
Módulos Solares 340 watt	72	\$127.00	\$9,144.00
Inversores 10,000 Watt	2	\$2,846.00	\$5,692.00
Cable eléctrico 500 pies (Rollo)	1	\$330.00	\$330.00
Soportes para techo	72	\$20.00	\$1,440.00
Costos de instalación (30% del total del proyecto)			\$2,490.90
Total proyecto de inversión 32150 KWh anual			\$19,096.90

Fuente: (Elaboración propia)

4.6.3 ESTRUCTURA DE CAPITAL

Una vez determinado el costo del proyecto, se procede a la definición de la estructura de capital y que para efectos de este proyecto será financiado en un 70%, y el restante 30% será con fondos propios.

Tabla 11. Estructura de capital

FUENTES DE FINANCIAMIENTO	APORTACIÓN	PORCENTAJE
Fondos Propios	\$5,729.07	30%
Financiamiento	\$13,367.83	70%
TOTAL	\$19,096.90	100%

INVERSIÓN INICIAL	MONTO	FONDOS PROPIOS	FINANCIAMIENTO
ACTIVOS FIJOS			
Inversión inicial	\$19,096.90	\$5,729.07	\$13,367.83
TOTAL	\$19,096.90	\$5,729.07	\$13,367.83

Fuente: (Elaboracion propia)

4.6.4 WACC DEL PROYECTO

El Wacc nos indica cuanto le cuesta a la empresa financiarse por medio de la combinación de recursos prestados y recursos propios.

El WACC del proyecto se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{WACC} = \text{Costo de oportunidad del inversionista} * \% \text{ Fondos propios} + \text{Costo de la deuda} * (1 - \text{ISR}) * \% \text{ de deuda con financiamiento}$$

Tabla 12. Cálculo del WACC del proyecto.

DETALLE PARA CALCULO DEL WACC	PORCENTAJES
% de participación fondos propios	30%
% de participación fondos financiados	70%
Costo de oportunidad	20%
Costo de la deuda	14%
Impuesto sobre la Renta	25%
WACC	13.35%

Fuente: (Elaboración propia)

4.6.5 FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

El financiamiento del proyecto se hará mediante un préstamo a través de un banco, cuyo valor a financiar es del 70% del proyecto a un plazo de 10 años

Datos del préstamo

Préstamo con cuota nivelada

Monto del préstamo: \$ 13,367.83

Plazo (años): 5

Tasa (%): 14%

Cuota mensual: \$ 311.05

Tabla 12. cálculo del préstamo

No.	Capital	Interés	Cuota	Saldo
0				13,367.83
1	\$155.09	\$155.96	\$311.05	\$13,212.74
2	\$156.90	\$154.15	\$311.05	\$13,055.84
3	\$158.73	\$152.32	\$311.05	\$12,897.12
4	\$160.58	\$150.47	\$311.05	\$12,736.54
5	\$162.45	\$148.59	\$311.05	\$12,574.08
6	\$164.35	\$146.70	\$311.05	\$12,409.74
7	\$166.27	\$144.78	\$311.05	\$12,243.47
8	\$168.21	\$142.84	\$311.05	\$12,075.26
9	\$170.17	\$140.88	\$311.05	\$11,905.10
10	\$172.15	\$138.89	\$311.05	\$11,732.94
11	\$174.16	\$136.88	\$311.05	\$11,558.78
12	\$176.19	\$134.85	\$311.05	\$11,382.59
13	\$178.25	\$132.80	\$311.05	\$11,204.34
14	\$180.33	\$130.72	\$311.05	\$11,024.01
15	\$182.43	\$128.61	\$311.05	\$10,841.58
16	\$184.56	\$126.49	\$311.05	\$10,657.02
17	\$186.71	\$124.33	\$311.05	\$10,470.30
18	\$188.89	\$122.15	\$311.05	\$10,281.41
19	\$191.10	\$119.95	\$311.05	\$10,090.31
20	\$193.33	\$117.72	\$311.05	\$9,896.99
21	\$195.58	\$115.46	\$311.05	\$9,701.41
22	\$197.86	\$113.18	\$311.05	\$9,503.54
23	\$200.17	\$110.87	\$311.05	\$9,303.37
24	\$202.51	\$108.54	\$311.05	\$9,100.87
25	\$204.87	\$106.18	\$311.05	\$8,896.00
26	\$207.26	\$103.79	\$311.05	\$8,688.74
27	\$209.68	\$101.37	\$311.05	\$8,479.06
28	\$212.12	\$98.92	\$311.05	\$8,266.94
29	\$214.60	\$96.45	\$311.05	\$8,052.34
30	\$217.10	\$93.94	\$311.05	\$7,835.24

Fuente: (Elaboración propia)

Continuación tabla 12. Cálculo del préstamo.

No.	Capital	Interés	Cuota	Saldo
31	\$219.63	\$91.41	\$311.05	\$7,615.60
32	\$222.20	\$88.85	\$311.05	\$7,393.40
33	\$224.79	\$86.26	\$311.05	\$7,168.61
34	\$227.41	\$83.63	\$311.05	\$6,941.20
35	\$230.07	\$80.98	\$311.05	\$6,711.14
36	\$232.75	\$78.30	\$311.05	\$6,478.39
37	\$235.46	\$75.58	\$311.05	\$6,242.92
38	\$238.21	\$72.83	\$311.05	\$6,004.71
39	\$240.99	\$70.05	\$311.05	\$5,763.72
40	\$243.80	\$67.24	\$311.05	\$5,519.92
41	\$246.65	\$64.40	\$311.05	\$5,273.27
42	\$249.52	\$61.52	\$311.05	\$5,023.74
43	\$252.44	\$58.61	\$311.05	\$4,771.31
44	\$255.38	\$55.67	\$311.05	\$4,515.93
45	\$258.36	\$52.69	\$311.05	\$4,257.57
46	\$261.37	\$49.67	\$311.05	\$3,996.19
47	\$264.42	\$46.62	\$311.05	\$3,731.77
48	\$267.51	\$43.54	\$311.05	\$3,464.26
49	\$270.63	\$40.42	\$311.05	\$3,193.63
50	\$273.79	\$37.26	\$311.05	\$2,919.84
51	\$276.98	\$34.06	\$311.05	\$2,642.86
52	\$280.21	\$30.83	\$311.05	\$2,362.65
53	\$283.48	\$27.56	\$311.05	\$2,079.17
54	\$286.79	\$24.26	\$311.05	\$1,792.38
55	\$290.13	\$20.91	\$311.05	\$1,502.24
56	\$293.52	\$17.53	\$311.05	\$1,208.73
57	\$296.94	\$14.10	\$311.05	\$911.78
58	\$300.41	\$10.64	\$311.05	\$611.37
59	\$303.91	\$7.13	\$311.05	\$307.46
60	\$307.46	\$3.59	\$311.05	\$0.00
Total	13,367.83	5,294.93	18,662.76	
	Total Capital + Intereses		18,662.76	

Fuente: (Elaboración propia.)

4.6.6 DEPRECIACIONES

Para el cálculo de la depreciación se tomó en cuenta los activos fijos que componen el proyecto de la instalación de paneles solares, la vida útil del proyecto es de 25 años y se está depreciando en base al método de línea recta.

Tabla 13. Cálculo de la depreciación

DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL	VALOR RESIDUAL	VALOR POR DEPRECIAR	VIDA ÚTIL	DEPRECIACIÓN ANUAL
Módulos Solares 340 watt	\$9,144.00	\$91.44	\$9,052.56	25.00	\$362.10
Inversores 10,000 Watt	5,692.00	56.92	5,635.08	25.00	225.40
Cable eléctrico 500 pies (Rollo)	-	-	-	25.00	-
Soportes para techo	1,440.00	14.40	1,425.60	25.00	57.02
TOTAL	\$16,276.00	\$162.76	\$16,113.24	-	\$644.53

Fuente: (Elaboración propia)

4.6.7 INGRESOS DEL PROYECTO

Para el cálculo de los ingresos del proyecto se utilizó el precio base del Kwh L.5.134. equivalente en dólares \$ 0.21 con un incremento por inflación del 5% anual, este precio por Kwh es el que actualmente se aplica para las empresas comerciales que utilizan el sistema de baja tensión a la cual corresponde el plantel de Seaboard Honduras.

Tabla 14. Ingresos del proyecto.

Ingreso por autoconsumo (kwh)	32,102
Crecimiento de ventas por año	5%
Precio Unitario	\$ 0.21
Incremento de precios por año %	5%
Costo Variable	\$ 960.00
Inflación anual	5%
Depreciación de los equipos (años)	25
Impuesto sobre la Renta	25%
Impuesto sobre Ganancias de capital	10%
Inversión en equipo	\$ 19,097.00
Valor de venta del equipo	\$ 163.00
Costo de oportunidad	20%
Tasa de interés Financiamiento	14%
Plazo del préstamo (años)	5
Porcentaje de deuda	70%
Porcentaje de capital	30%
WACC del proyecto	13.35%

Fuente: (Elaboración propia)

4.6.7.1 ESTADO DE RESULTADO

La finalidad del análisis de Estado de Resultado o de pérdidas y ganancias es calcular la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto que son en general el beneficio real de operación del proyecto. Baca Urbina,2012

En la tabla 15 se muestra el estado de Resultado del proyecto.

Tabla 15. Estado de Resultado.

	PERÍODOS						
	0	1	2	3	4	5	6
		2019	2020	2021	2022	2023	2024
Unidades (kwh)	0%	32,102	32,102	32,102	32,102	32,102	32,102
precio unitario	0%	\$0.2129	\$0.2129	\$0.2130	\$0.2131	\$0.2132	\$0.2133
Ingreso		\$6,833	\$6,836	\$6,839	\$6,841	\$6,844	\$6,847
(-) Costo Variable							
Mantenimiento y Monitoreo		\$960	\$1,008	\$1,058	\$1,111	\$1,167	\$1,225
Margen de Contribución		\$5,873	\$5,828	\$5,780	\$5,730	\$5,677	\$5,622
% de Margen de Contribución		86%	85%	85%	84%	83%	82%
(-) Costos fijos	0%	-	-	-	-	-	-
(-) Depreciación		\$645	\$645	\$645	\$645	\$645	\$645
Utilidad Bruta		\$5,229	\$5,183	\$5,136	\$5,086	\$5,033	\$4,977
Utilidad de Operación		\$5,229	\$5,183	\$5,136	\$5,086	\$5,033	\$4,977
Ebitda		\$5,873	\$5,828	\$5,780	\$5,730	\$5,677	\$5,622
(-) Gastos Financieros							
Utilidad Antes de Impuesto		\$5,229	\$5,183	\$5,136	\$5,086	\$5,033	\$4,977
(-) ISR	25%	\$1,307	\$1,296	\$1,284	\$1,271	\$1,258	\$1,244
Utilidad Neta		\$3,922	\$3,888	\$3,852	\$3,814	\$3,775	\$3,733
(+) Depreciaciones		\$645	\$645	\$645	\$645	\$645	\$645
Flujo Operativo		\$4,566	\$4,532	\$4,496	\$4,459	\$4,419	\$4,377

Fuente: (Elaboración propia)

4.6.7.2 CÁLCULO DE LOS COSTOS VARIABLES

El cálculo de los costos variables se realizó tomando en cuenta la información obtenida por parte de la entrevista a expertos sobre el tiempo requerido para el monitoreo y mantenimiento del proyecto de paneles solares. Lo cual incluye las horas de monitoreo y mantenimiento requeridos de manera anual.

El proyecto debe ser monitoreado diariamente y para llevar a cabo esta labor se requiere de 1 hora diaria, lo que equivale a 6 horas semanales, las cuales multiplicadas por 52 semanas nos da que se requieren 312 horas de monitoreo. El mantenimiento que consiste en la limpieza a base de agua se realizará una vez al mes y tendrá una duración de 8 horas, lo que equivale a 96 horas al año.

El costo por hora se tomó en cuenta el sueldo de un auxiliar del departamento de Informática que será el encargado del monitoreo y cuyo sueldo es de L. 15,100.00. Este empleado gana L. 62.92 por hora.

Al multiplicar el costo por hora de monitoreo por 312 horas al año nos da un valor de L. 19,630.00 anuales. Para determinar el costo por hora de mantenimiento se tomó en cuenta el sueldo del personal de mantenimiento que es de L. 10,000.00 mensuales. Es decir que el costo por hora de mantenimiento es de L. 41.67

Al multiplicar el costo por hora de monitoreo por 96 horas nos da un valor de L. 4,000.00. y sumados el costo de mantenimiento más el costo de monitoreo nos da un total de L. 23,630.00 o su equivalente en dólares de \$ 960.00 anuales con un incremento anual del 5%. Esta información se muestra en la tabla 16 detallada a continuación

Tabla 16. Cálculo de los costos variables

DESCRIPCIÓN	VALORES
Sueldo del encargado de monitoreo del sistema	L. 15,100.00
Sueldo del encargado de mantenimiento	L. 10,000.00
Horas de monitoreo semanal	6
Horas de monitoreo anual	312
Horas de limpieza mensual	8
Horas de limpieza anual	96
Costo por hora de monitoreo	L. 62.92
Costo por hora de mantenimiento	L. 41.67

Costo anual de monitoreo (Horas de monitoreo x costo por cada hora	L. 19,630.00
Costo anual de mantenimiento (Horas de mantenimiento x costo por hora	L. 4,000.00
Total costos variables en moneda local	L. 23,630.00
valor en dólares al cambio de L 24.60 x 1 dólar	\$ 960.57
Total costos variables	\$ 960.57

Fuente: Elaboración propia)

4.6.8 TÉCNICAS DE PRESUPUESTO DE CAPITAL

4.6.8.1 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El valor actual neto del proyecto es de \$ 19,308.52 lo que nos indica que el proyecto es rentable porque el VAN es mayor que cero la tasa Interna de retorno es mayor que nuestro costo de capital.

Tabla 17. Valor presente y Tasa Interna de Retorno

	0	1	2	3	4	5	6
Flujo del proyecto	(\$19,097)	\$4,566	\$4,532	\$4496	\$4459	\$4,419	\$4377
TIR	22.64%						
NPV	\$ 2,225						
Flujo del proyecto con financiamiento	(\$5,729)	\$1,270	\$1,162	\$1,041	\$906	\$754	\$4,377
TIR	32.35%						
NPV	\$11,959						

Fuente: Elaboración propia

4.6.8.2 CÁLCULO DEL AHORRO DEL PROYECTO

Tabla 18. Cálculo del ahorro del proyecto

DESCRIPCIÓN	PROYECCIÓN						
	AÑOS	1	2	3	4	5	6
Costo KWh según ENEE	\$0.21	\$0.26	\$0.31	\$0.36	\$0.41	\$0.46	
Generación de KWh anual	32,102	32,102	32,102	32,102	32,102	32,102	32,102
Total	\$6,833	\$8,438	\$10,043	\$11,649	\$13,254	\$14,859	
Costo KWh Generación propia	\$0.05	\$0.05	\$0.05	\$0.06	\$0.06	\$0.06	\$0.06
Generación de KWh anual	32,102	32,102	32,102	32,102	32,102	32,102	32,102
Total	\$1,585	\$1,665	\$1,748	\$1,835	\$1,927	\$2,023	
Diferencia/ahorro	\$5,248	\$6,774	\$8,296	\$9,813	\$11,327	\$12,836	

Fuente: (Elaboración propia)

4.6.8.3 CÁLCULO DEL PERÍODO DE RECUPERACIÓN DEL PROYECTO

El período de recuperación de este proyecto es de 4.24 años, lo que indica que es un proyecto rentable y que a partir del 5 año la empresa va a generar energía a un costo bajo, los únicos costos en que se incurrirá son los de mantenimiento y monitoreo del proyecto.

Tabla 19. Período de recuperación

	0	1	2	3	4	5	6	7
Desembolsos	\$19,097							
Flujos generados	-\$19097	\$4,566	\$4,532	\$4,496	\$4,459	\$4,419	\$4,377	\$4,334
Flujo acumulado	(\$19,097)	(\$14,531)	(\$9,999)	(\$5,502)	(\$1,043)	\$3,376	\$7,753	\$12,087

Fuente: (Elaboración propia.)

4.6.8.4 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RENTABILIDAD

Cuando el Índice de Rentabilidad es mayor que la unidad indica que el proyecto se puede efectuar. El índice de Rentabilidad para este proyecto se muestra en la tabla 21.

Fórmula para calcular el Índice de Rentabilidad

$IR = \text{Suma del VP de los flujos} / \text{Inversión inicial}$

Tabla 20. Índice de Rentabilidad.

VP de los flujos	\$21,317.92
Inversión inicial	\$19,096.90
IR=	1.12

Fuente: (Elaboración propia)

4.6.8.5 CÁLCULO DEL COSTO DE DE GENERAR UN KILOWATT CON
EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Tabla 21. Cálculo del costo de generar un Kwh con el proyecto.

Consumo por hora	19.589	KWh	
Hora Solar Pico	4.5	horas	
Eficiencia del panel	90%		
Potencia del parque	22	KWh	
Consumo promedio por día	88.1505	<u>KWh</u> por día	
Número promedio de días al mes	30	días	
Requerimiento de electricidad en un mes	2644.515	consumo mensual	
Consumo de kwh al año	793354.5	consumo en 25 años	
Dimensionamiento del sistema	21.77	Watts al día	
Costo por watts instalado	\$2.00	(\$2000/1000 watts)	
Total costo de instalación del proyecto	\$43.53		\$43,531.11
Costo de instalación de nuestro sistema	43.53		
10% de incentivos. (Energía con recursos renovables.)	4.35		
Costo total del sistema	39.18		39178
Costo del kilowatt	0.04938		1.2148
Costo de generación según ENEE	0.2129		5.2364
Diferencia	0.1635		

Fuente: (Elaboración propia)

4.7 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

En base a los resultados financieros obtenidos, se acepta la hipótesis de investigación que literalmente dice: “La tasa interna de retorno del proyecto de instalación de paneles solares fotovoltaicos en el plantel de Seaboard Honduras en el 2019 es mayor a la tasa del costo de capital”, debido a que la TIR es de 22.64% y el costo de capital es de 20%, lo que supera las expectativas del inversionista.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- 1) Técnico: Se demostró que, para instalar los paneles solares de forma coplanaria al techo, se necesita una potencia a instalar de 22kW para aprovechar las HSP, y así cubrir el consumo energético del Plantel durante ese tiempo, el cual ronda en promedio de 4.5 horas solar pico al día.
- 2) Mercado. Se encontró que el precio del Kilowatt fluctúa en base al precio internacional de los combustibles fósiles y es revisado cada tres meses por la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica, la cual establece el valor de la tarifa trimestralmente.
- 3) Legal: Para la instalación de este proyecto no se requiere permiso de SERNA debido a que el proyecto no emite ningún tipo de radiación ni contaminación ambiental.
- 3) Financiero: Se acepta la hipótesis de investigación sobre la instalación de paneles solares coplanarios al techo oeste del plantel Seaboard Honduras con inversión propia del 30%, y un 70% de fondos financiados, porque la tasa interna de retorno es del 22.64%, mayor que el costo de capital del 20%.

5.2 RECOMENDACIONES

- 1) En base al análisis financiero realizado se recomienda a la empresa Seaboard Honduras, evaluar la prefactibilidad de instalar paneles solares coplanares al techo de su Plantel a 20 años en base a que el equipo a instalar tiene una garantía de funcionamiento mayor a 20 años.
- 2) Realizar la instalación sobre un techo cuya duración sea de aproximadamente la vida útil de los paneles solares para evitar tener que hacer una inversión extra en desmontar los paneles para cambiar el techo de la instalación.
- 3) Se recomienda no instalar baterías ya que no habrá excedente de generación de energía, porque la energía generada será durante las 4.5 horas solares pico, la cual será consumida en su totalidad.
- 4) Se recomienda realizar el registro de la instalación solar ante la ENEE y EEH y CREE.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Asociación Hondureña de Productores de Energía Eléctrica. (2015) Marco legal sector eléctrico Normativa Nacional. Honduras. Recuperado a partir de <http://www.ahpeehn.org/marco-legal/>
- Asociación Hondureña de Productores de Energía Eléctrica (2019). Estadística Sector eléctrico 2019. Obtenido de <http://www.ahpeehn.org/estadisticas/>
- Asociación Nacional de Industriales ANDI (2016). Manual de eficiencia energética en la construcción de edificaciones para Honduras.
- Baca Urbina. (2001). Evaluación de proyectos. (cuarta ed.). México: McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C. V.
- Bayod, Rújula. (2009). *Energías renovables: sistemas fotovoltaicos*, Prensas de la Universidad de Zaragoza. Obtenido de, <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action>
- Cota Abrahán. (2003). Energía fotovoltaica en la educación de la zona rural. Obtenida de www.censolar.org .
- Ernesto A. Rodríguez Moguel. (2005) Metodología de la Investigación (Primera ed.)
- Entrena González. (2016). Determinación del potencial solar. Obtenido de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=4507784>. Determinación del potencial solar (UF0212).
- Evolución histórica del servicio eléctrico de Honduras. (2017) Obtenida de https://www.academia.edu/36446672/Evoluci%C3%B3n_Hist%C3%B3rica_del_Servicio_El%C3%A9ctrico_en_Honduras
- Empresa Nacional de Energía Eléctrica. (2014). Consumo de energía eléctrica por sector año 2014. Recuperado a partir de <http://www.prohonduras.hn/index.php/espanol/energia#estadisticas>

Maradiaga y Barahona. (2016) Instalación de un sistema solar fotovoltaico en Textilera del Norte Naco, Cortés. Crai UNITEC, San Pedro Sula, Honduras.

Guerrero Pérez. (2017). Replanteo y Funcionamiento de las instalaciones (Segunda ed.).

García Gómez. (2016). Revista Elementos. Vol. 6. Nro. 1. Obtenida del Crai de Unitec

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill. (sexta ed.).

Ley general de la industria eléctrica. (2014). www. Enee.hn

La ruta hacia el futuro para la energía renovable. (2013) Obtenida de: <https://cdkn.org/wp-content/uploads/2013/04/La-Ruta-hacia-el-Futuro-para-la-Energia-Renovable>

Maradiaga Flores, C.R. & Barahona Ferrufino, E.A. (2016). Análisis de pre-factibilidad de instalación de paneles solares.

Martínez Rubio. (2014). Energía solar fotovoltaica integrada en la edificación: modelizado y análisis del efecto del sombreado en la captación de irradiación. Editorial D- Universidad La Rioja. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action>.

Mapa de radiación solar en el mundo. (2010) Obtenido de: <http://www.dforcesolar.com/energia-solar/mapa-de-radiacion-solar-en-el-mundo>

Perpeñan Lamigueiro. (2008) Producción fotovoltaica en el mundo. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/search.action?query=%22produccion+fotovoltaica+en+el+mundo%22>

Pérez y Escalón. (2018). Estudio de Generación con Recursos Hidroeléctricos y Fotovoltaicos en el Sistema Eléctrico Hondureño Usando Métodos Estadísticos

República de Honduras Visión de País 2010-2038 y Plan de Nación 2010-2022. (2010). Obtenido de https://eeas.europa.eu/sites/eeas/files/lc_10.pdf

Ross S. A., Westerfield R, W. D., & Jordan, B.D. (2008). Finanzas Corporativas. New York, Estados Unidos: McGraw-Hill/Irwin. (Octava ed.).

S.L. Innovación y Cualificación. (2017). Montaje eléctrico y electrónico en instalaciones solares fotovoltaicas. Málaga, España: IC Editorial. (Segunda ed.).

SICA. (2018). Estadísticas de producción de electricidad de los países del Sistema de la Integración Centroamericana. Datos preliminares a 2018.

Tobajas Vásquez. (2018) Honduras instala la mayor central de energía solar fotovoltaica de América Latina (2015). Recuperado a partir de <https://www.evwind.com/2015/05/07/honduras-con-el-parque-solar-mas-grande-de-america-latina/>

Anexo 1. Ley General de la Industria Eléctrica.




DIARIO OFICIAL DE LA REPUBLICA DE HONDURAS

La primera imprenta llegó a Honduras en 1829, siendo instalada en Tegucigalpa, en el cuartel San Francisco, lo primero que se imprimió fue una proclama del General Morúa, con fecha 4 de diciembre de 1829.



Ente Nacional de Aduanas
ENAH

Después se imprimió el primer periódico oficial del Gobierno con fecha 25 de mayo de 1830, conocido hoy, como Diario Oficial "La Gaceta".

AÑO CXXXVII TEGUCIGALPA, M. D. C., HONDURAS, C. A. MARTES 20 DE MAYO DEL 2014. NUM. 33,431

Sección A

Poder Legislativo

DECRETO No. 404-2013

EL CONGRESO NACIONAL,

CONSIDERANDO: Que la Ley Marco del Subsector Eléctrico data del año 1994, y que desde entonces la industria de la energía eléctrica en el mundo, incluyendo el área centroamericana, ha continuado su evolución hacia una estructura de mercado abierto a la competencia.

CONSIDERANDO: Que Honduras es signataria del Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central y que, junto con los demás países de la región, participó en la ejecución del proyecto del Sistema de Interconexión Eléctrica para América Central (SIEPAC), el cual ha creado la infraestructura física de transmisión, así como la infraestructura institucional y regulatoria de un Mercado Eléctrico Regional que inició sus operaciones en el 2013.

CONSIDERANDO: Que la legislación del sector eléctrico debe ser armonizada con el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, cuyo objetivo es el desarrollo de la industria eléctrica en beneficio de los habitantes de la región.

CONSIDERANDO: Que la situación descrita demanda que se actualice tanto la organización como las reglas de funcionamiento de la industria eléctrica del país, incorporando estructuras y prácticas modernas, para lo cual se requiere de una nueva legislación del sector eléctrico.

SUMARIO

Sección A
Decretos y Acuerdos

404-2013	PODER LEGISLATIVO Decreto: LEY GENERAL DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA. Decretos Nos. 302-2013, 303-2013 y 355-2014	A. 1-24 A.25-139
	AVANCE	A. 140

Sección B
Avisos Legales
Disponibles para su consulta

CONSIDERANDO: Que dicha modernización fomentará la eficiencia del sector y la reducción de las pérdidas, así como la competencia en la generación de energía eléctrica, con lo cual, en el mediano plazo, el país podrá contar con tarifas competitivas en el ámbito regional.

CONSIDERANDO: Que la separación de las actividades del sector permitirá que la Empresa Nacional de Energía Eléctrica concentre sus esfuerzos en el desarrollo de los recursos naturales renovables del país, contando con el apoyo del sector privado en las tareas subsidiarias de la transmisión, la operación del sistema y la distribución de electricidad.

CONSIDERANDO: Que para el buen funcionamiento de la industria de la energía eléctrica a nivel nacional, así como para el funcionamiento armonioso dentro del mercado eléctrico regional, es esencial contar con un ente regulador técnicamente calificado e independiente.

A. 1

109

financiera del solicitante, y deberán establecer, entre otras, las condiciones siguientes:

- I. Las condiciones aplicables a la prestación del servicio, debiéndose indicar los Reglamentos que regirán;
- II. Su duración, que será de treinta (30) años como mínimo, y el procedimiento para su renovación o prórroga;
- III. Las causales para declarar la caducidad de la licencia o la terminación anticipada de la misma;
- IV. Las obligaciones y responsabilidades de las partes en las situaciones previstas en el numeral que antecede;
- V. Las indemnizaciones y sanciones por incumplimiento; y,
- VI. La manera como se calculará y se pagará a la empresa de transmisión o distribuidora que corresponda, el valor de aquellas de sus instalaciones que no estén totalmente amortizadas a la terminación de la licencia de operación, tratándose de una terminación anticipada, o de terminación por vencimiento del plazo en caso de que no haya renovación o prórroga.

Al vencimiento del plazo de una licencia de operación, la empresa titular podrá solicitar su renovación o prórroga, debiendo hacerlo con una antelación de al menos un año a la fecha de vencimiento. La solicitud de prórroga o renovación deberá presentarse ante la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), la que sólo podrá denegarla por causa justificada a través de un dictamen técnico y legal.

B. TERMINACIÓN ANTICIPADA DE LAS LICENCIAS. Son causas que facultan a la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), para dar por terminada anticipadamente una licencia de operación las siguientes:

- I. El incumplimiento de la empresa titular de realizar las obras e instalaciones requeridas para prestar el servicio dentro de los plazos señalados en la licencia, o las ampliaciones para cubrir el crecimiento de la demanda en las condiciones previstas en la misma;
- II. El grave o reiterado incumplimiento de lo establecido en la regulación del subsector, y,

- III. El inadecuado mantenimiento y conservación de las instalaciones, siempre que la empresa no subsane las anomalías en el plazo que le señale la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica. (CREE), que no podrá exceder de seis meses;

El acto administrativo que declare la terminación anticipada de la licencia de operación deberá fundarse en un dictamen preparado al efecto por la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE) y notificarse personalmente a la empresa afectada. Contra dicha resolución procederá el recurso de reposición ante la propia Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), el cual le pondrá fin a la vía administrativa. Lo anterior, sin perjuicio de que las partes se sometan a arbitraje en los términos de lo dispuesto en el Artículo 27 de esta Ley.

- C. LICITACIÓN DE LICENCIAS.** Cuando se prevea que una licencia de operación de transmisión o de distribución terminará, por cualquier causa, sin renovación o prórroga, el Estado debe convocar con anticipación suficiente a una licitación pública internacional para adjudicar la licencia a una nueva empresa. La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), debe supervisar el proceso.

En este caso, el Estado deberá pagar al licenciatario saliente el valor aún no amortizado de sus inversiones, como lo prevé la licencia de operación.

Los pliegos de la licitación pública deberán incluir la licencia de operación, el régimen remunerativo que entrará en vigor al hacerse cargo del servicio el nuevo licenciatario, así como los criterios objetivos de adjudicación de la nueva licencia.

- D. PERMISOS DE ESTUDIOS.** La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), otorgará permisos de estudios para la construcción de obras de generación que hayan de utilizar recursos naturales renovables a cuyo efecto podrá establecer condiciones económicas para su otorgamiento. Los permisos tendrán una duración máxima de dos (2) años, prorrogables por el mismo término una sola vez. Los permisos se revocarán de oficio si en un término de seis meses no se han iniciado los estudios y presentado los informes requeridos por la CREE.

El permiso de estudios otorgará a su titular, por el término de su duración, la exclusividad para realizar, dentro del área geográfica delimitada en el mismo, estudios para el aprovechamiento del

recurso identificado, con propósitos de producción de energía eléctrica. También le dará el derecho de obtener la imposición de las servidumbres legales que puedan ser necesarias para la realización de los estudios.

La investigación y estudio, así como la eventual explotación posterior del viento o la radiación solar como fuentes de energía podrá efectuarse libremente en todo el territorio nacional.

CAPÍTULO III

SUPERVISIÓN E INTERVENCIÓN DEL ESTADO

ARTÍCULO 8.- SUPERVISIÓN DEL ESTADO E INTERVENCIÓN DE LAS EMPRESAS. La supervisión de las empresas y usuarios del subsector eléctrico y la intervención de aquellas se sujetará a lo siguiente:

- A. SUPERVISIÓN.** La continuidad del servicio público de energía eléctrica es esencial, por lo cual el Estado supervisará la operación del subsector a través de la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), estando obligadas las empresas o usuarios regulados por esta Ley a proporcionarle a ésta toda la información que les requiera para tal fin. La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), por su parte estará obligada a especificar de manera detallada la información que solicite y a explicar que uso hará de la misma. Asimismo, la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), está obligada a guardar el secreto respecto a toda información que tenga carácter confidencial, a cuyos efectos las empresas y usuarios deberán señalar las informaciones que tengan ese carácter e indicar el fundamento legal que les dé tal calidad.

La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), podrá realizar las inspecciones que considere necesarias con el fin de confirmar la veracidad de las informaciones que las empresas le hayan suministrado, conforme al procedimiento establecido en el Reglamento.

- B. INTERVENCIÓN DE LAS EMPRESAS.** La Secretaría, previa opinión de la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), puede acordar la intervención de cualquier empresa de generación, transmisión o distribución cuya situación o desempeño amenace afectar la continuidad o seguridad del servicio. A estos efectos serán causas de intervención de una empresa las siguientes:

- I. La suspensión de pagos o quiebra de la empresa;
- II. La gestión irregular de la actividad, cuando le sea imputable y pueda dar lugar a su paralización, con interrupción del suministro a los usuarios;
- III. La grave y reiterada falta de mantenimiento adecuado de las instalaciones, que ponga en peligro la seguridad de las mismas.

En el procedimiento sancionatorio que dé lugar a la intervención, deberán acreditarse los incumplimientos que la motiven. La intervención será una medida temporal y cesará cuando la empresa intervenida esté nuevamente en condiciones de prestar el servicio. La intervención no podrá exceder un plazo de dos (2) años.

CAPÍTULO IV

OPERADOR DEL SISTEMA

ARTÍCULO 9.- OPERADOR DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL, INTEGRACIÓN Y FUNCIONES. El Operador del Sistema se sujetará a lo dispuesto en el presente artículo.

- A. OPERACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL.** La operación del sistema eléctrico nacional estará a cargo de una entidad que es designada como "Operador del Sistema".

El Operador del Sistema será una entidad de capital público, privado o mixto, sin fines de lucro, con capacidad técnica para el desempeño de las funciones que le asigna la presente Ley y los Reglamentos, independiente de las empresas de generación, transmisión, comercialización, distribución y consumidores calificados del sistema eléctrico regional, incluyendo personal experimentado en la operación de sistemas eléctricos y de mercados eléctricos. La participación accionaria en el capital social del Operador del Sistema que pueda tener cualquier empresa de sistemas eléctricos integrados en el Mercado Eléctrico Regional no podrá exceder del límite máximo del cinco por ciento (5%) de las acciones con derecho a voto del mencionado capital social y ningún grupo económico podrá tener más del Diez por ciento (10%) del capital, ni podrán tener el control de la misma ni la facultad de nombrar a los órganos de dirección directamente o mediante estructuras societarias o corporativas. La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica

Anexo 2. Entrevista a expertos











1. ¿Cuáles fueron las causas que motivaron a llevar a cabo el proyecto de instalación de paneles solares?
2. ¿Cuál es la orientación o inclinación adecuada para instalar los paneles solares?
3. ¿Cuáles son los beneficios que obtienen las empresas con este tipo de instalaciones?
4. ¿Cuál es la vida útil de esta instalación solar?
5. ¿Cuál es la capacidad instalada del proyecto de paneles solares fotovoltaicos?
6. ¿Cómo evalúa la energía solar fotovoltaica en comparación con la energía suministrada por la ENEE?
7. ¿En cuánto tiempo se recupera esta inversión?
8. ¿Qué complicaciones se presentaron al momento de realizar la instalación solar?
9. Con que frecuencia le realizan mantenimiento a la instalación solar?
10. Que permisos se necesitaron para realizar la instalación.
11. ¿Cuánto tiempo tardó el montaje de la instalación?
12. ¿La instalación de paneles solares es solo para autoconsumo o también le suministra a la red?
13. ¿Cuáles son los meses de mayor generación de energía solar y si la demanda de energía por parte de la empresa se mantiene?
14. ¿Como afecta la lluvia, un día nublado en la generación de energía solar?
15. Tienen algún plan de eficiencia energética? ¿Podría mencionarlo?
16. Al momento de instalar los paneles solares, ¿qué empresa les brindó asesoría técnica?
17. ¿Cuál es la orientación e inclinación de las placas solares con respecto al sol?
18. ¿Qué consideraciones se deben tomar en cuenta al realizar una instalación solar fotovoltaica?
19. ¿Qué riesgos o problemas han ocurrido durante el tiempo de la instalación y funcionamiento del proyecto?
20. ¿Qué cantidad de talento humano se necesita para el mantenimiento y funcionamiento del proyecto?
21. ¿Cuáles son los recursos necesarios para el mantenimiento de los paneles solares?
22. ¿Como obtuvieron el dato de la radiación solar y las horas pico en la ubicación del proyecto?.

23. ¿Qué software utilizan para el manejo de datos de la generación de energía?
24. ¿Hubo que hacer alguna modificación en el techo al momento de la instalación de los paneles solares
25. ¿Cuáles son los elementos indispensables de una instalación solar?

COTIZACIONES

Anexo 3. Cotización Agencia La Mundial



 solis	
Model Number	Solis-10K-LV
PDC max	11000W
VDC max	600V d.c.
IDC max(each MPPT)	d.c. 2X18A
VDC start up	170V d.c.
VDC MPPT range	150-500V
VAC norm	208/220/240V
F AC norm	50/60Hz
P AC norm	10kW
I AC max	a.c. 25A
PF	-0.8...+0.8
Ambient temperature	-25...+60°C
Enclosure type	NEMA 4X
Protective class	Class I
Overvoltage category	III(MAINS)/II(PV)
Certifications	UL1741. UL1998 UL1699B. IEEE1547 CAN/CSA C22.2 107.1
	
S/N: 110760187030010	
       	

Anexo 4. Cotización ERDM-SOLAR



DIRECCIÓN FISCAL		DIRECCIÓN DE ENTREGA	
Cliente: Jefrin		Tipo de Envio: Entrega en Sucursal ERDM SOLAR	
Contacto:		Calle: Magana No.1	
Dirección:		Colonia: Fraccionamiento El Rodeo	
Colonia:		Ciudad: San Andres Tuxtla	
Estado:	Ciudad:	Estado: Veracruz	
C.P.	RFC:	Código Postal: 95765	
Teléfono:		Referencias:	
E-mail:			

Vendedor		Orden de compra	No Cotizacion	Forma de Pago	Tipo de cambio	Seguro
Humberto		Panel ERDM SOLAR Monocristalino Pro-Power 300 Wip	15797	DOLARES US	\$18.9414	NA

Cantidad	Unidad	Descripción	Precio unitario	Descuento	Total	SI/No
270	Pza.	Panel ERDM SOLAR Monocristalino Pro-Power 360 Wip	\$118.80		\$32,076.00	
800	Mts.	Cable Solar Estimado	\$1.24		\$992.00	
		Maniobras (Empaque - Transporte hasta Sucursal Paqueteria)	\$770.00		\$770.00	

-	Subtotal	\$33,838.00
-	Total USD	\$33,838.00

TREINTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y OCHO DOLARES 00/100 US

Anexo 5. Cotización Solaris

Solaris

Carretera a San Juan, Km. 1.5, P.O. Box 111, San Juan, P.R.
Tel: (787) 738-1111

Fecha: 24/06/2018

Nombre: Subtract


Para el sistema: residencial

Ubicación de Proyecto: Cortado

Por medio de la presente nos es gusto ofrecer a consideración nuestra oferta

			TOTAL
1	Modulo solaris 325 Watts		L. 9,540.00
1	Inversor CATON 12 KW		60.00
	1 Batería Trojan RV 428 AH		L. 11,500.00
Cotización valida por 5 dias			
	SUB-TOTAL		L. 21,100.00
	TOTAL		L. 21,100.00

Maria Vega / 33000027
Solaris SPS



Aceptado

PV Wire 10 AWG - 500 FT Roll



Like D Tweet Pin it

Our price: **\$330.00**

Quantity

[Add to cart](#)

Video **Features** **Specifications**

- Voltage rating: 600 V
- Temperature rating:
- 90 °C dry or wet
- 194 °F dry or wet
- Ambient temperature: > 25 years (TUV)
- - 40 °C up to + 90 °C
- - 40 °F up to + 194 °F
- Max. short circuit temperature: 250 °C, +482 °F
- Bending radius: $\geq 5 \times$ outer diameter
- Structure 75/0.30 TC
- Conductor ID 3mm
- XLPE Thickness 1.2 mm
- Jacket OD 6.2mm
- Weight: 64 lbs
- Allow Current 49.6 A
- Conductor Resistance Ω/km 3.59

Our price: **\$330.00**

Quantity

[Add to cart](#)

Universal Adjustable Solar Panel Mount - Fits 1 panel



[View detailed images \(3\)](#)



Model Number: PVADJ

Our price: **\$39.99**

Quantity

[Add to cart](#)

Video **Overview** **Features** **Specifications** **Manual**

- Rear legs - Fully extended 26", completely retracted 15 3/8"
- Front base legs - 2 1/8" H x 1 5/8" W x 4"L
- Pre-assembled legs
- 3 lbs
- Single panel design

Our price: **\$39.99**

Quantity

[Add to cart](#)

[Ask a question about this product](#)

Anexo 6. Consumo promedio mensual del Plantel Seaboard Honduras

MES	Kwh/MES
ABRIL 2017	7920
MAYO 2017	6360
JUNIO 2017	8080
JULIO 2017	8560
AGOSTO 2017	7440
SEPTIEMBRE 2017	8000
OCTUBRE 2017	8000
NOVIEMBRE 2017	5840
DICIEMBRE 2017	5600
ENERO 2018	5600
FEBRERO 2018	6080
MARZO 2018	7120
ABRIL 2018	8080
MAYO 2018	8400
Junio 2018	6800
JUNIO 2018	8640
JULIO 2018	7520
AGOSTO 2018	7520
SEPTIEMBRE 2018	7520
OCTUBRE 2018	6960
NOVIEMBRE 2018	5680
DICIEMBRE 2018	6560
ENERO 2019	6880
FEBRERO 2019	7120
MARZO 2019	6480
ABRIL 2019	7150
PROMEDIO MENSUAL	7,150
PROMEDIO ANUAL	85800