



FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO

FACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE PLANTA SOLAR
CON ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

SUSTENTADO POR:
BAYRON DANIEL FERNÁNDEZ MEDINA
LUIS ALONSO SUBILLAGA RAMÍREZ

PREVÍA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.
AGOSTO, 2018

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA ACADÉMICA

DESIREE TEJADA CALVO

VICEPRESIDENTE UNITEC, CAMPUS S.P.S.

CARLA MARIA PANTOJA

DECANA DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

CLAUDIA MARIA CASTRO VALLE

**FACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE PLANTA SOLAR
CON ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MÁSTER EN GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES**

**ASESOR METODOLÓGICO
ABEL SALAZAR**

**ASESOR TEMÁTICO
CARLOS LÓPEZ**

**MIEMBROS DE LA TERNA
OMAR PINEDA
NELSON LIZARDO
ARTURO SUAREZ**

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2018
BAYRON FERNÁNDEZ
LUIS SUBILLAGA

Todos los derechos reservados

**AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES 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, Bayron Daniel Fernández Medina y Luis Alonso Subillaga Ramírez, de San Pedro Sula, autores del trabajo de postgrado titulado: Factibilidad de la construcción de planta solar con almacenamiento de energía. Presentado y aprobado en febrero 2018, como requisito previo para optar al título de máster en Gestión de Energías Renovables 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 autorizamos 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 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 de parte de UNITEC.

En fe de lo cual, se suscribe el presente documento en la ciudad de San Pedro Sula a los 24 días del mes de febrero de 2018.

Bayron Daniel Fernández Medina
(21623093)

Luis Alonso Subillaga Ramírez
(21623092)

*** La autorización firmada se encuentra adjunta a mí expediente**



FACULTAD DE POSTGRADO
FACTIBILIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE PLANTA SOLAR CON
ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

NOMBRE DE LOS MAESTRANTES:
BAYRON DANIEL FERNÁNDEZ MEDINA Y LUIS ALONSO SUBILLAGA RAMÍREZ

Resumen

La presente investigación tiene como propósito dimensionar una planta solar fotovoltaica con sistema de baterías para abastecer la demanda completa de la isla de Roatán. Las tecnologías de almacenamiento de energía todavía no se han utilizado en nuestro país, es por ello, que no se sabe si su aplicación es rentable en nuestro entorno. Como objetivo principal se tiene determinar la factibilidad técnica y financiera de esta planta, así como también se busca reducir los costos para los usuarios y convertir esta brecha en un eje de crecimiento económico. La hipótesis de investigación es que la construcción de una planta solar fotovoltaica con sistema de baterías para suplir la demanda completa de la isla de Roatán es factible financieramente obteniendo una TIR mayor al costo de capital. La investigación tiene un enfoque mixto, no experimental, transversal, descriptivo reflejado en el estudio técnico y financiero realizado. Los resultados demostraron que si es posible construir la planta para suplir la demanda de la isla en el espacio físico disponible. Debido a la magnitud del proyecto, se realizó una inversión escalonada en intervalos de cada tres años. A pesar de esto, la TIR del inversionista resultó ser de 5.84%, lo que es menor al costo de capital, por tanto, se rechazó la hipótesis de investigación. Se concluyó que este proyecto no es factible, por lo que se recomendó no invertir recursos en tratar de desarrollarlo.

Palabras claves: Almacenamiento de energía, baterías, costos, demanda, factibilidad.



POSTGRADUATE FACULTY
FEASIBILITY OF THE CONSTRUCTION OF SOLAR PLANT WITH STORAGE OF
ENERGY

NAME OF STUDENTS:
BAYRON DANIEL FERNÁNDEZ MEDINA AND LUIS ALONSO SUBILLAGA
RAMÍREZ

Abstract

The purpose of this research is to dimension a solar photovoltaic plant with a battery system to supply the complete demand of the island of Roatan. Energy storage technologies have not yet been used in our country, that is why we do not know if its application is profitable in our environment. The main objective is to determine the technical and financial feasibility of this plant, as well as to reduce costs for users and convert this gap into an economic growth axis. The research hypothesis is that the construction of a photovoltaic solar plant with a battery system to supply the complete demand of the island of Roatán is financially feasible, obtaining an IRR greater than the cost of capital. The research has a mixed, non-experimental, transversal, descriptive approach reflected in the technical and financial study carried out. The results showed that it is possible to build the plant to meet the demand of the island in the available physical space. Due to the magnitude of the project, a staggered investment was made at intervals of every three years. Despite this, the IRR of the investor was 5.84%, which is lower than the cost of capital, therefore, the research hypothesis was rejected. It was concluded that this project is not feasible, so it was recommended not to invest resources in trying to develop it.

Keywords: Batteries, costs, demand, energy storage, feasibility.

DEDICATORIA

A Dios; a mis padres, hermanos y familia, y todos lo que me apoyaron;

Bayron Daniel Fernández Medina

A Dios; a mis padres, mi hermano, el resto de mi familia, y todos lo que me apoyaron;

Luis Alonso Subillaga Ramírez

AGRADECIMIENTOS

Los autores le deseamos nuestro agradecimiento a las siguientes personas:

Al Ing. Abel Salazar por su valiosa asesoría metodológica.

Al Ing. Carlos López por su valiosa asesoría técnica y temática.

Al Ing. Herwig Ragossnig de NEC Energy por su valiosa colaboración al momento de elegir y dimensionar el sistema de baterías más adecuado para esta aplicación.

Al Ing. Carles Farres por su valiosa asesoría en el área financiera.

Y finalmente agradecer a nuestros compañeros que nos colaboraron durante toda la maestría.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	4
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	8
2.1.1 MACROENTORNO.....	8
2.1.1.1 ENERGÍA SOLAR	8
2.1.1.2 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	12
2.1.2 MICROENTORNO	16
2.1.2.1 ENERGÍA SOLAR	16
2.1.2.2 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	19
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO.....	20
2.1.3.1 ENERGÍA SOLAR	20
2.1.3.2 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	21
2.2 TEORÍAS DE SUSTENTO	21
2.2.1 PANELES SOLARES	21
2.2.1.1 CONVERSIÓN DE LUZ SOLAR EN ELECTRICIDAD	21
2.2.1.2 ESTRUCTURA BÁSICA DE UNA CÉLULA SOLAR	22
2.2.1.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA CÉLULA SOLAR ..	22
2.2.1.4 CÉLULAS SOLARES DE SILICIO POLICRISTALINO	22
2.2.1.5 TECNOLOGÍAS DE LÁMINA DELGADA	23

2.2.1.6	CÉLULAS DE SILICIO AMORFO	24
2.2.1.7	CÉLULAS SOLARES DE ARSENIURO DE GALIO	24
2.2.1.8	CÉLULAS SOLARES DE TELURURO DE CADMIO	25
2.2.2	SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	25
2.2.2.1	BOMBEO	25
2.2.2.2	ALMACENAMIENTO ELECTROQUÍMICO (BATERÍAS)	26
2.2.2.3	AIRE COMPRIMIDO (CAES)	30
2.2.2.4	AIRE LICUEFACTADO (LAES)	30
2.2.2.5	VOLANTES DE INERCIA	30
2.2.2.6	OTRAS TECNOLOGÍAS	31
2.2.2.7	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SAE	31
2.2.3	FACTIBILIDAD TÉCNICA	32
2.2.3.1	DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	32
2.2.3.2	OTROS MÉTODOS	39
2.2.4	SELECCIÓN DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO	39
2.2.5	FACTIBILIDAD FINANCIERA	41
2.2.5.1	FLUJO DE CAJA	41
2.2.5.2	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	43
2.2.5.3	INFLACIÓN	45
2.2.5.4	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	45
2.2.6	CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS DE LOS SAE	46
2.3	CONCEPTUALIZACIÓN	48
2.3.1	VARIABLE DEPENDIENTE	48
2.3.1.1	TASA INTERNA DE RETORNO	48
2.3.2	VARIABLES INDEPENDIENTES	49
2.3.2.1	RADIACIÓN SOLAR	49
2.3.2.2	CAPACIDAD DEL SISTEMA DE BATERÍAS	50
2.3.2.3	EFICIENCIA DE LA PLANTA	52
2.3.2.4	VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS	52
2.3.2.5	PRECIO DE VENTA DE LA ENERGÍA	52

2.3.2.6	INGRESOS	53
2.3.2.7	INVERSIÓN INICIAL	54
2.3.2.8	COSTOS.....	55
2.3.2.9	DEPRECIACIÓN.....	57
2.3.2.10	AMORTIZACIÓN DE UN ACTIVO.....	57
2.3.2.11	AMORTIZACIÓN DE UN PASIVO	58
2.3.2.12	CAPITAL DE TRABAJO.....	59
2.3.2.13	COSTO DE CAPITAL.....	59
2.3.2.14	TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR)	60
2.3.2.15	INFLACIÓN	60
2.3.2.16	IMPUESTOS.....	61
2.3.2.17	TASA DE INTERÉS.....	61
2.4	INSTRUMENTOS UTILIZADOS	63
2.4.1	TÉCNICAS	63
2.4.1.1	RECOLECCIÓN DE DOCUMENTOS.....	63
2.4.1.2	SIMULACIONES EN PROGRAMAS COMPUTACIONALES.....	64
2.4.1.3	COTIZACIONES.....	65
2.4.1.4	EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS.....	65
2.4.1.5	MÉTODOS FINANCIEROS	65
2.4.1.6	ENTREVISTA	67
2.4.2	HERRAMIENTAS	68
2.4.2.1	TEORÍA FUNDAMENTADA	68
2.4.2.2	GOOGLE EARTH.....	68
2.4.2.3	RETSCREEN EXPERT.....	69
2.4.2.4	HOMER PRO.....	69
2.4.2.5	HELIOSCOPE	71
2.5	MARCO LEGAL	71
2.5.1	ORGANIZACIÓN Y MARCO LEGAL DEL SECTOR ELÉCTRICO	72
2.5.2	EXENCIONES DE IMPUESTOS	72
2.5.3	OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL.....	73

2.5.3.1	DECRETO EJECUTIVO NO. 008-2015.....	73
CAPÍTULO III:	METODOLOGÍA	75
3.1	CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	75
3.1.1	MATRIZ DE CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	75
3.1.2	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	79
3.1.3	HIPÓTESIS.....	90
3.2	ENFOQUE Y MÉTODOS	90
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	92
3.3.1	POBLACIÓN.....	93
3.3.2	MUESTRA	93
3.3.3	UNIDAD DE ANÁLISIS	94
3.3.4	UNIDAD DE RESPUESTA	94
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	94
3.4.1	TÉCNICAS	95
3.4.2	INSTRUMENTOS.....	95
3.5	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	96
3.5.1	FUENTES PRIMARIAS	96
3.5.2	FUENTES SECUNDARIAS	97
3.6	LIMITANTES DEL ESTUDIO	97
CAPÍTULO IV:	RESULTADOS Y ANÁLISIS	98
4.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	98
4.2	DEFINICIÓN DEL MODELO DE NEGOCIOS.....	100
4.2.1	MODELO DE CANVAS.....	100
4.2.1.1	SEGMENTOS DE CLIENTES.....	100
4.2.1.2	PROPUESTA DE VALOR	100
4.2.1.3	CANALES DE DISTRIBUCIÓN	100
4.2.1.4	RELACIÓN CON EL CLIENTE.....	101
4.2.1.5	FUENTES DE INGRESO.....	101
4.2.1.6	RECURSOS CLAVE.....	101
4.2.1.7	ACTIVIDADES CLAVES	101

4.2.1.8	SOCIOS CLAVES	102
4.2.1.9	ESTRUCTURA DE COSTOS	102
4.3	ANÁLISIS DE FACTORES DE RIESGO	103
4.4	ESTUDIO DE MERCADO	104
4.4.1	ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA	104
4.4.2	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	105
4.4.3	ANÁLISIS DEL PRECIO	106
4.4.4	ESTRATEGIAS DE MERCADO Y VENTAS.....	106
4.5	ESTUDIO DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES	107
4.5.1	DISEÑO DEL PRODUCTO O SERVICIO	107
4.5.1.1	LOCALIZACIÓN Y SUPERFICIE.....	107
4.5.1.2	VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.....	109
4.5.1.3	ELEMENTOS DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA.....	109
4.5.1.4	DISEÑO	110
4.5.2	TAMAÑO	113
4.5.3	INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN.....	114
4.5.4	PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	114
4.5.5	DISPONIBILIDAD DE INSUMOS	115
4.5.6	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	115
4.5.7	PLANIFICACIÓN ORGANIZACIONAL.....	116
4.5.7.1	DESCRIPCIÓN DE PUESTOS	116
4.5.7.2	SALARIOS	126
4.5.8	DETERMINACIÓN JURÍDICO LEGAL.....	126
4.6	ESTUDIO FINANCIERO.....	128
4.6.1	CAPITAL DE TRABAJO	128
4.6.2	PLAN DE INVERSIÓN	129
4.6.3	ESTRUCTURA DE CAPITAL	132
4.6.4	COSTOS DE CAPITAL	133
4.6.5	PRESUPUESTO DE INGRESOS	133
4.6.6	PRESUPUESTO DE COSTOS Y GASTOS.....	134

4.6.7	CUADROS DE DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES.....	136
4.6.8	PROGRAMA DE AMORTIZACIÓN DE FINANCIAMIENTO.....	137
4.6.9	ESTADO DE RESULTADOS	139
4.6.10	FLUJOS DE CAJA	142
4.6.11	BALANCE GENERAL.....	144
4.6.12	PUNTO DE EQUILIBRIO	149
4.6.13	VALOR PRESENTE NETO	150
4.6.14	TASA INTERNA DE RETORNO	150
4.6.15	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	150
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		153
5.1	CONCLUSIONES	153
5.2	RECOMENDACIONES	154
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		156
ANEXOS		161
ANEXO 1: DECRETO NO. 70-2007.		161
ANEXO 2: ACUERDO EJECUTIVO NO. 008-2015.....		176

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativo de las características técnicas de sistemas almacenamiento de energía. ...	41
Tabla 2. Estructura del flujo de caja	43
Tabla 3. Comparativo de características económicas de sistemas almacenamiento de energía. ..	48
Tabla 4. Matriz metodológica.	76
Tabla 5. Operacionalización de las variables.....	80
Tabla 6. Diseño de la investigación.	92
Tabla 7. Unidades de análisis.....	94
Tabla 8. Modelo de negocio.....	102
Tabla 9. Análisis FODA.	104
Tabla 10. Principales variables que intervienen para crear una buena estrategia de ventas.	106
Tabla 11. Matriz de decisión para la ubicación de la planta fotovoltaica.	107
Tabla 12. Estructura organizacional.	116
Tabla 13. Salarios del personal involucrado en operación y mantenimiento de la planta.	126
Tabla 14. Capital de trabajo del proyecto.	129
Tabla 15. Plan de inversión.....	130
Tabla 16. Estructura de capital.....	132
Tabla 17. Presupuesto de ingresos.	133
Tabla 18. Presupuesto de costos y gastos.	134
Tabla 19. Presupuesto de depreciación anual.	136
Tabla 20. Amortización de los gastos capitalizados.	137
Tabla 21. Amortización del financiamiento.....	138
Tabla 22. Estado de resultados.....	140
Tabla 23. Flujos de caja del proyecto.	142
Tabla 24. Balance general.....	145
Tabla 25. Punto de equilibrio.....	149
Tabla 26. Parámetros importantes del proyecto.....	150
Tabla 27. Variables utilizadas para Análisis de sensibilidad.....	150
Tabla 28. Resultados de la simulación de Montecarlo.	151

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del precio del kWh en Roatán.	2
Figura 2. Potencial Solar en Honduras (en kWh/m ² /d).....	4
Figura 3. Brecha entre TIR actual y TIR deseada.....	5
Figura 4. Evolución del precio del Watt fotovoltaico.....	9
Figura 5. Capacidad global de plantas fotovoltaicas y adiciones anuales 2006-2016.	10
Figura 6. Capacidad global de plantas fotovoltaicas por país y por región 2006-2016.....	11
Figura 7. Capacidad de plantas fotovoltaicas y adiciones de los países más importantes.	11
Figura 8. Porcentaje de adiciones de plantas fotovoltaicas de los países más importantes.	12
Figura 9. Distribución mundial de instalaciones de almacenamiento de energía	15
Figura 10. Proyección de demanda eléctrica centroamericana por país 2014-2020.....	18
Figura 11. Encuesta sobre los países más atractivos para la inversión en generación de energía. 20	
Figura 12. Relación entre variable dependiente y variables independientes.	62
Figura 13. Diseño del esquema metodológico.....	91
Figura 14. Proyección de la demanda para los próximos 20 años.	105
Figura 15. Vista de planta de central fotovoltaica.	108
Figura 16. Curva de degradación de las baterías	109
Figura 17. Ubicación de la planta.	110
Figura 18. Vista superior del área elegida para la planta solar.	111
Figura 19. Perfil de carga mensual para el año 2019.....	112
Figura 20. Curva de generación de la planta solar para el año 2019.	112
Figura 21. Curva de descarga del sistema de baterías para el año 2019.....	113
Figura 22. Producción de energía eléctrica estimada para el año 2019.	115
Figura 23. Distribución de probabilidad de la TIR.	152

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación busca determinar la factibilidad técnica y económica de la implementación de una planta de generación fotovoltaica con un sistema de almacenamiento de energía (baterías) para suplir la demanda de la isla de Roatán.

Para este estudio, se analizará el escenario en que se reemplazará la generación a base de combustibles fósiles por generación solar fotovoltaica. Esta premisa vuelve necesaria que la planta solar y el conjunto de baterías suplan la demanda de la isla durante las 24 horas del día, por ello se debe conocer el comportamiento de la demanda, con el fin de dimensionar correctamente la planta solar para abastecer las necesidades energéticas de la isla durante el día y además cargar las baterías para que estas cubran con el consumo de la isla durante la noche. Para el dimensionamiento de la planta solar, se utilizarán los datos de radiación de la isla. Una vez que se haya determinado la capacidad del parque solar y el sistema de baterías, se obtendrán los datos del espacio físico que ocuparán y se procederá buscar la ubicación óptima. Luego se calcularán los costos de los equipos necesarios y su instalación, para posteriormente analizar el proyecto bajo la perspectiva financiera determinando si la inversión retorna, en cuanto tiempo retorna y otros datos importantes. Para simular el comportamiento del sistema completo se utilizará el software Homer Pro, en él se modelará la carga de la isla, la planta solar y el sistema de baterías. Este programa permite que se le ingresen los datos de localización del proyecto para asignar la disponibilidad de los recursos según el lugar.

El interés en este estudio tiene su fundamento en que, si se prueba que estos sistemas son técnica y financieramente factibles para aplicación en nuestro país, pueden abrir una nueva oportunidad de negocio, al haberse probado que energías renovables anteriormente consideradas intermitentes, se pueden adaptar a una curva de demanda de una carga sin presentar variabilidad a lo largo del tiempo. Además, al tratarse de un tema innovador puede sentar las bases para futuras investigaciones más profundas acerca de su aplicación no solamente en sistemas aislados, sino que también conectados a la red. Esta investigación se desarrollará en el primer semestre del 2018.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La isla de Roatán ha experimentado cambios técnicos y administrativos en su sistema eléctrico. En 2007 se contaba con una capacidad instalada de 5MW y se presentaban problemas en la continuidad del servicio. En este año asumió el control de las operaciones del sistema eléctrico la empresa estadounidense Roatan Electric Company (RECO), desarrollando proyectos para aumentar la potencia instalada y mejorando la confiabilidad del sistema. Antes del 2015 la generación estaba basada en combustibles fósiles (diésel). En el 2015 comenzó a funcionar un pequeño parque eólico llamado Trade Winds Energy que cuenta con una capacidad de 3.9MW y recientemente inició operaciones una planta a base de gas LPG con una capacidad instalada de 28MW. Sin embargo, el precio del kWh permanece muy elevado hasta la actualidad alrededor de 8 lempiras por kWh. En la figura 1 se muestra la evolución que ha sufrido el precio del kWh en la isla:

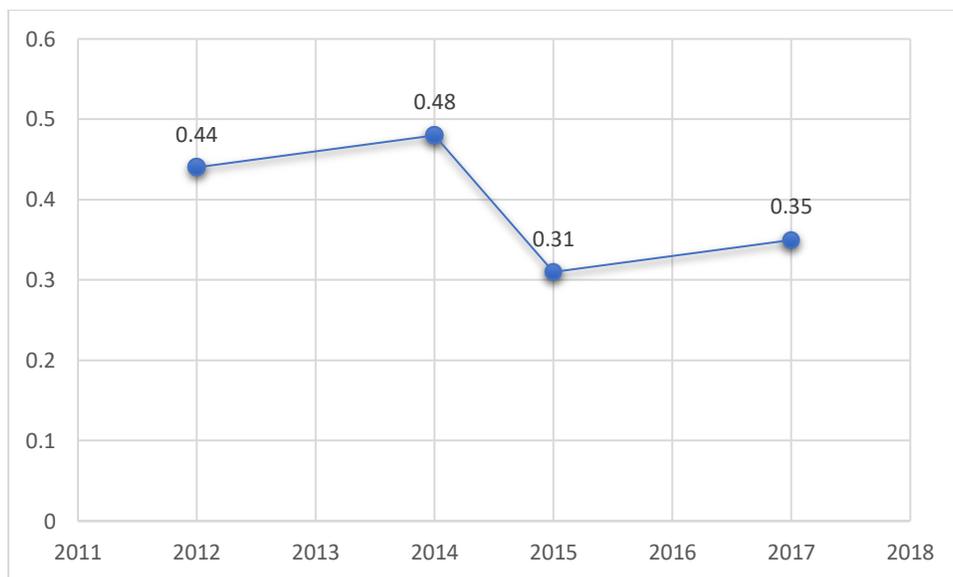


Figura 1. Evolución del precio del kWh en Roatán.

Fuente: (La Tribuna, 2015), (Hola Roatan, 2017)

Ante esta situación, algunos hoteles, comercios y la ciudadanía en general buscan opciones para abastecer sus necesidades energéticas a un menor costo y la energía solar fotovoltaica figura como una buena alternativa. La empresa estadounidense Onyx Service & Solutions desarrolló un

estudio para la implementación de un parque solar de 22MW de potencia instalada, lastimosamente en 2012 abandonaron la propuesta debido a la situación política, regulatoria y financiera del país. Este es el único estudio para plantas solares a gran escala desarrollado para la isla de Roatán. (CentralAmericaData.com, 2012)

Cabe destacar que la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) ha empezado a tratar de incorporar sistemas de generación aislados a base de energía limpia en estas zonas, como por ejemplo en el 2017 realizó una propuesta de gestión ambiental, en la cual se presentó un proyecto de un “Sistema aislado en Guanaja, Departamento de Islas de la Bahía” con el fin de convertir a Guanaja en “La isla verde del Caribe” y cumplir los objetivos de cobertura de electrificación del 75% de las viviendas rurales de Honduras. (Empresa Nacional de Energía Eléctrica, 2017)

La unidad ejecutora de este proyecto será el FOSODE con un presupuesto de \$2,951,327 con el cual buscará la instalación de una planta solar fotovoltaica con una potencia instalada de 1.2MW para beneficio de 1,500 hogares ubicados en dicha isla. Esta planta ocupará un espacio aproximado de 3 manzanas (superficie cubierta por estructuras para montaje de los módulos) incorporando un total de 3,000 módulos fotovoltaicos. (Empresa Nacional de Energía Eléctrica, 2017)

Por otro lado, a nivel comercial se puede mencionar el caso del Centro Comercial Megaplaza de Roatán, donde se instalaron 1,680 paneles solares con una potencia de 537.6kWp, esta instalación se inauguró el año pasado y genera aproximadamente 826,200kWh al año. (FUNDAHRSE, 2017)

En contraste, las tecnologías de almacenamiento de energía todavía no se utilizan en nuestro país. Las plantas solares y eólicas que se han conectado a la red en los últimos años no poseen sistemas de almacenamiento de energía que les permita adaptar su generación al comportamiento de la demanda y tampoco autoalimentarse en las horas en que el recurso solar o eólico desaparece y mucho menos alimentar una carga durante estas mismas horas. Esto es porque ni el gobierno ni la empresa privada han implementado ninguna planta solar con almacenamiento

de energía para suplir la demanda de una isla o región en específico, es por eso que este proyecto es un reto como país, ya que a nivel mundial existen muy pocos proyectos de esta magnitud. Esto se debe a que las tecnologías de almacenamiento aún no despegan en su totalidad.

Un factor muy importante que justifica la implementación de este proyecto es el potencial solar que existe en la zona, la cual se muestra en la figura 2:

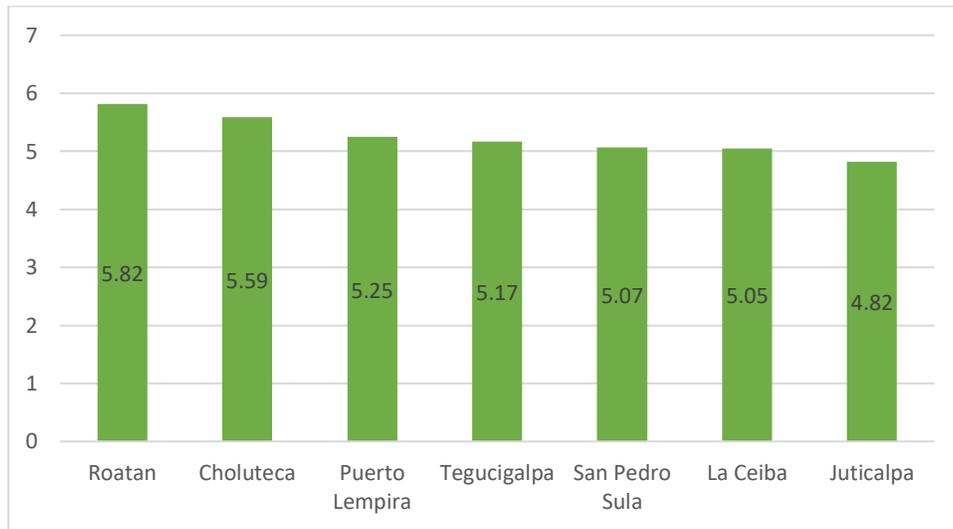


Figura 2. Potencial Solar en Honduras (en kWh/m²/d)

Fuente: RETScreen

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En este apartado se delimita y aclara cual es el problema que da origen a la investigación.

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La tecnología de fabricación de baterías ha transitado un largo camino y sigue en evolución actualmente, buscando disminuir los costos y aumentar el tiempo de autonomía de estas. Últimamente se están utilizando como complemento para las plantas solares o eólicas con el propósito de corregir su comportamiento intermitente.

A pesar de esto, hasta la fecha en nuestro país no se han implementado sistemas de baterías a gran escala en conjunto con plantas solares, por tanto, surge la interrogante sobre la factibilidad de estas instalaciones en nuestro medio. En la figura 3 se muestra la brecha que se considera como aceptable en cuanto a la TIR del proyecto se refiere.

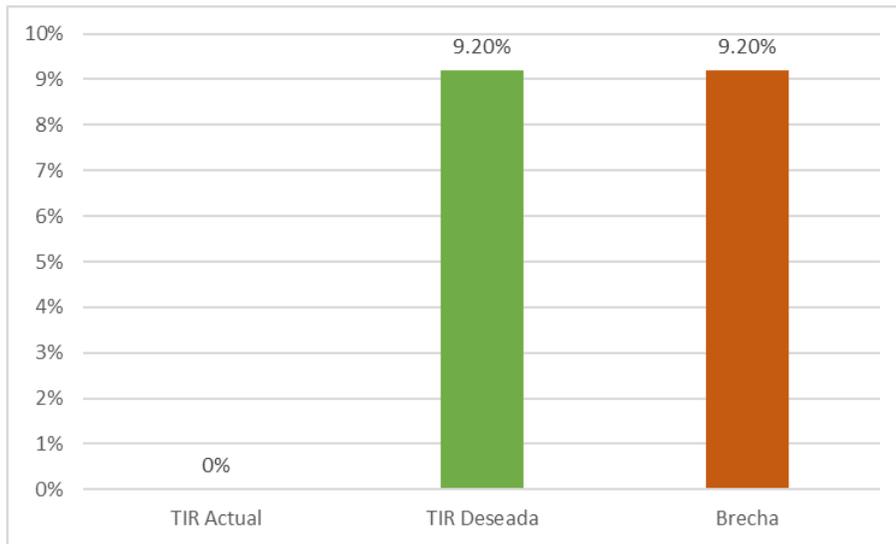


Figura 3. Brecha entre TIR actual y TIR deseada.

Fuente: Elaboración propia.

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a que actualmente el costo de la electricidad en el departamento de Islas de la Bahía es muy elevado y se buscan opciones para conseguir energía eléctrica más barata y que sea confiable, surge la siguiente interrogante: ¿Es factible técnica y financieramente la instalación de una planta solar fotovoltaica con sistema de baterías que cubra con la demanda completa de la isla de Roatán?

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Qué tecnologías de almacenamiento de energía existen?
2. ¿Qué ventajas y desventajas ofrecen los sistemas de almacenamiento de energía?

3. ¿Qué criterios se deben tomar en cuenta para elegir el tipo de tecnología de almacenamiento de energía y como adecuarla para cada aplicación?
4. ¿Cuál es la alternativa técnica más conveniente para la instalación de una planta fotovoltaica con sistema de almacenamiento de energía para suplir la demanda de la isla de Roatán?
5. ¿Pueden las energías intermitentes (solar y eólica) volverse energías firmes con la ayuda de sistemas de almacenamiento de energía?
6. ¿Cuál es la radiación solar promedio en la isla de Roatán?
7. ¿Cuál es el costo del kW instalado para una planta fotovoltaica que opera aislada de la red y posee un sistema de almacenamiento de energía?
8. ¿Qué incentivos y exenciones fiscales existen para este tipo de instalaciones?
9. ¿Cómo se ve afectada la rentabilidad de una planta fotovoltaica funcionando aislada de la red al agregarle un sistema de almacenamiento de energía?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la factibilidad técnica y financiera de una planta solar fotovoltaica con sistema de almacenamiento de energía que abastecerá la carga actual con que cuenta el sistema eléctrico de la isla de Roatán sin la necesidad de recurrir a generación diésel.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Investigar las tecnologías de almacenamiento de energía que existen.
2. Enumerar las ventajas y desventajas que ofrecen los sistemas de almacenamiento de energía.
3. Señalar los criterios para elegir la tecnología de almacenamiento de energía adecuada para cada aplicación.
4. Mostrar cual es la tecnología que más se adapta para suplir la demanda de la isla de Roatán.
5. Comprobar que las energías intermitentes pueden convertirse en confiables al combinarlas con sistemas de almacenamiento de energía.
6. Demostrar el potencial del recurso solar en la zona.

7. Determinar el costo del kW instalado para una planta fotovoltaica con sistema de almacenamiento de energía que opera en Roatán.
8. Enumerar los incentivos y exoneraciones fiscales para estas instalaciones.
9. Determinar cuál es el impacto de agregar un sistema de almacenamiento de energía a una planta fotovoltaica.
10. Verificar si el proyecto es rentable desde el punto de vista financiero.

1.5 JUSTIFICACIÓN

La motivación para realizar esta investigación es determinar si es posible cambiar la matriz energética de la isla de Roatán actualmente fundamentada en generación diésel por una basada en energías renovables, obteniendo rentabilidad económica durante su operación.

El objetivo de este desarrollo es aportar una mejora basada en la implementación de energías limpias (sistemas fotovoltaicos) dirigida a la población de la isla de Roatán con el fin de lograr una reducción del costo de la energía y desarrollar el sector turístico el cual contribuiría al crecimiento económico de la isla, así como también conservando el medio ambiente al disminuir las emisiones de efecto invernadero provenientes de la combustión de derivados del petróleo.

Otro aspecto importante que considerar es que al utilizar energía limpia se mejorará la imagen de la isla, al convertirla en eco-amigable y se generarán nuevas fuentes de empleo en caso de que se pruebe que el proyecto es viable.

Asimismo, esta investigación servirá como referencia para futuros estudios enfocados en el almacenamiento de energía como alternativa para incrementar la estabilidad de los sistemas eléctricos en los que interactúan plantas solares y/o eólicas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1.1 MACROENTORNO

2.1.1.1 ENERGÍA SOLAR

Desde 2010, el mundo ha agregado más capacidad de energía solar fotovoltaica que en las cuatro décadas anteriores. La capacidad global total superó los 150 gigavatios (GW) a principios de 2014. (International Energy Agency, 2014)

El patrón geográfico de implementación está cambiando rápidamente. Mientras que algunos países europeos, liderados por Alemania e Italia, iniciaron el desarrollo fotovoltaico a gran escala, desde 2013, la República Popular de China ha liderado el mercado fotovoltaico mundial, seguido por Japón y los Estados Unidos. (International Energy Agency, 2014)

Los precios de los sistemas fotovoltaicos se han dividido por tres en seis años en la mayoría de los mercados, mientras que los precios de los módulos han sido divididos por cinco. El costo de la electricidad de los sistemas nuevos construidos varía de USD 90 a USD 300 / MWh dependiendo del recurso solar el tipo, tamaño y costo de los sistemas; madurez de mercados y costos de capital. Se espera que esta tendencia continúe en los años siguientes. Se proyecta que para 2050 la participación fotovoltaica en el mundo alcance el 16%, representando un importante crecimiento comparado con el valor del 11% en 2010. La generación fotovoltaica contribuiría con un 17% del total de energía limpia producida y el 20% de toda la energía renovable. Se espera que China continúe liderando el mercado global, representando alrededor del 37% de la capacidad para 2050. (International Energy Agency, 2014)

La energía solar fotovoltaica ha alcanzado un desarrollo impresionante en los últimos 10-15 años. La eficiencia de las células solares se incrementa un mes tras otro, de manera que en algo más de una década hemos pasado de paneles con un 12% de eficiencia de conversión de la energía solar en eléctrica a paneles con un 22%. No hay ninguna otra tecnología de generación de energía

que haya mejorado sus niveles de eficiencia a este ritmo en las últimas dos décadas. Las centrales basadas en combustibles fósiles tienen un rendimiento de un 30%-40%, cifra no muy alejada de la fotovoltaica. (Ignacio Martil, 2016)

La figura 4 muestra la evolución del precio del vatio fotovoltaico, expresado en dólares, desde mediados de los años 70 hasta hoy:



Figura 4. Evolución del precio del Watt fotovoltaico

Fuente: (Ignacio Martil, 2016)

Durante 2016, al menos 75 GW de la capacidad de energía solar fotovoltaica se añadieron en todo el mundo, lo que equivale a la instalación de más de 31,000 paneles solares paneles cada hora. Se instaló más capacidad de energía solar fotovoltaica en 2016 (hasta un 48% más que en

2015) que la capacidad mundial acumulada cinco años más temprano. Al finalizar el año, la capacidad global de energía solar fotovoltaica era al menos 303 GW. (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2017). Por cuarto año consecutivo, Asia eclipsó a todos los demás mercados, representa aproximadamente dos tercios de las adiciones globales. Los cinco mercados más grandes fueron: China, Estados Unidos, Japón, India y Reino Unido representó aproximadamente el 85% de las adiciones; otros países con adiciones importantes fueron Alemania, la República de Corea, Australia, Filipinas y Chile. Por la capacidad acumulada, los principales países fueron China, Japón (que pasó Alemania), Estados Unidos, e Italia como un quinto distante, tal como se puede apreciar en la figura 5.

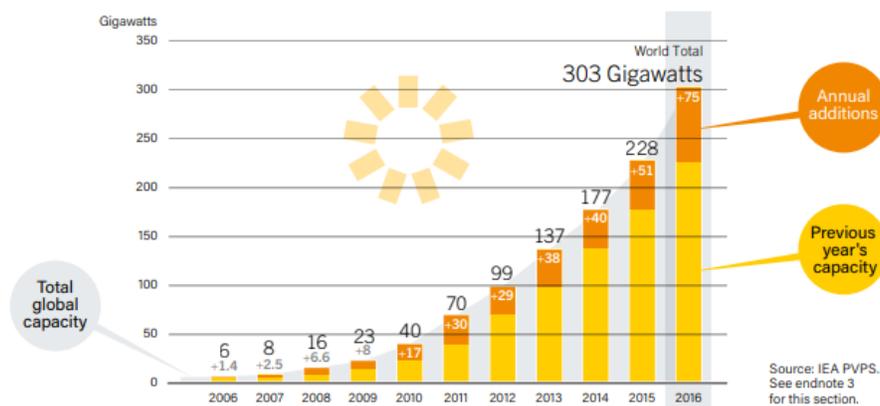


Figura 5. Capacidad global de plantas fotovoltaicas y adiciones anuales 2006-2016.

Fuente: (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2017)

La figura 6 muestra la capacidad instalada por año de energía solar fotovoltaica a nivel mundial, donde se puede apreciar que China ha sido el que más ha implementado dicha tecnología.

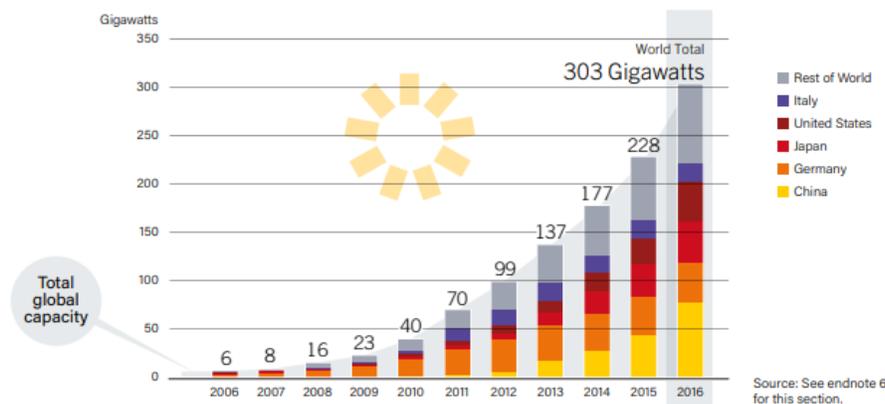


Figura 6. Capacidad global de plantas fotovoltaicas por país y por región 2006-2016.

Fuente: (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2017)

A continuación, se muestran los países que aumentaron su capacidad instalada en GW entre el año 2015 y 2016.

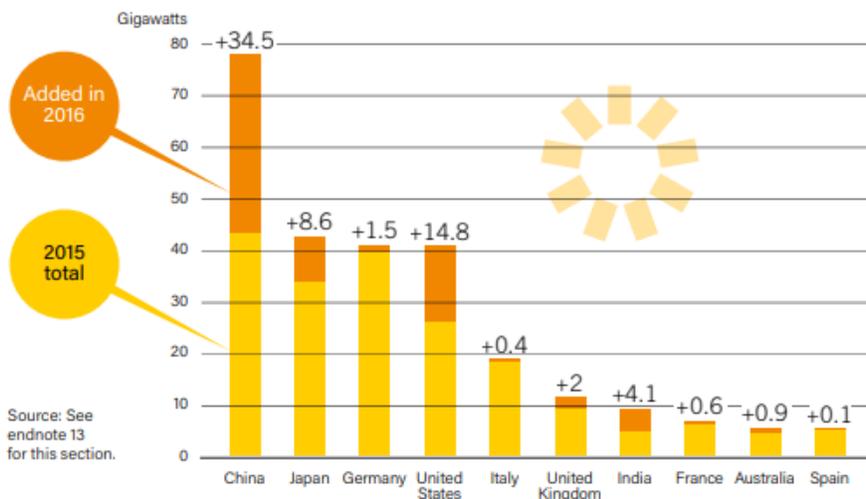


Figura 7. Capacidad de plantas fotovoltaicas y adiciones de los países más importantes.

Fuente: (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2017)

La figura 8 muestra en porcentaje la potencia instalada de plantas fotovoltaicas agregadas durante el último año en relación con el año anterior, se puede apreciar que China aumentó un 46% durante el último año con respecto al 2015.

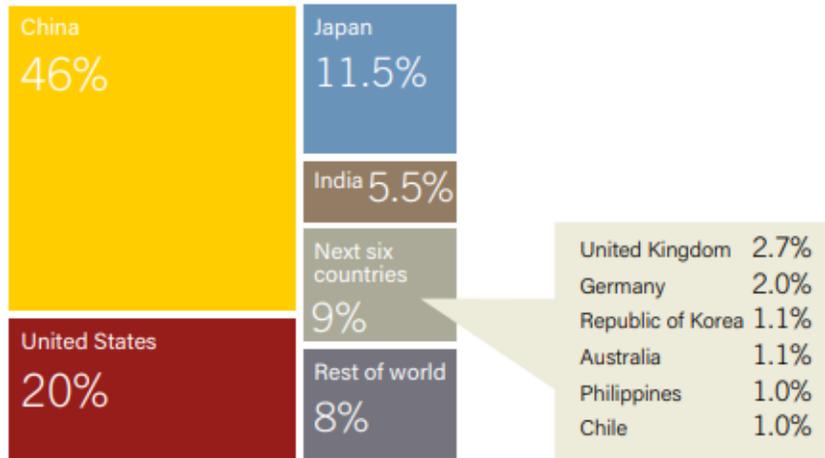


Figura 8. Porcentaje de adiciones de plantas fotovoltaicas de los países más importantes.

Fuente: (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2017)

2.1.1.2 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Históricamente, las tecnologías de almacenamiento han sido instaladas predominantemente como una inversión que puede aprovechar los recursos disponibles e interactuar con demanda variable. Actualmente, el énfasis sobre la descarbonización del sistema de energía ha creado conciencia de la capacidad de las tecnologías de almacenamiento para aumentar la eficiencia en el uso de los recursos (por ejemplo, usar residuos de calor a través de tecnologías de almacenamiento térmico) y para apoyar el uso creciente de energías renovables variables. En el futuro, es importante que el almacenamiento de energía se considere desde el punto de vista del sistema con un enfoque en los servicios múltiples que puede proporcionar a gran o pequeña escala (por ejemplo, fuera de la red) y otras aplicaciones. (International Energy Agency, 2014)

Los datos actuales revelan que al menos 140 gigavatios (GW) de almacenamiento de energía a gran escala están actualmente instalados en redes de eléctricas en todo el mundo. La gran mayoría (99%) de esta capacidad se compone de tecnologías de bombeo hidroeléctrico PSH. El 1% restante incluye una combinación de almacenamiento por medio baterías, aire comprimido CAES, volantes de inercia y almacenamiento a base de hidrógeno. (International Energy Agency, 2014)

Con el aumento de las energías renovables en gran parte del mundo, comprender y gestionar la flexibilidad está convirtiéndose en una piedra angular de los mercados de energía. El almacenamiento de energía jugó un papel muy importante en esto en 2016, proporcionando flexibilidad, con importantes implementaciones tanto a corto como a largo plazo equilibrar los mercados, especialmente en Europa y Estados Unidos. (International Energy Agency, 2014)

El almacenamiento de energía en los Estados Unidos experimentó una ligera contracción del crecimiento con respecto a 2015, con actividad sostenida en gran medida por la política estatal. En Europa, el crecimiento continuó a tasas históricas, con una subasta del mercado de capacidad en el Reino Unido entregando medio gigavatio de ofertas ganadoras. Países con una importante capacidad solar fotovoltaica (Francia, Alemania, Australia e Italia) lideraron el crecimiento en el mercado naciente de detrás del metro instalaciones de almacenamiento. (International Energy Agency, 2014)

Más allá de las tecnologías en sí, modelos de negocio innovadores que capitalizan los beneficios del almacenamiento han visto un pequeño crecimiento en algunas regiones. Entre los países con mayor número de proyectos de almacenamiento en operación encontramos a:

Estados Unidos: este país está a la cabeza de la lista de países con mayor número de proyectos de almacenamiento de energía, destacando el uso de las baterías de iones de Litio (Li-ion) y bombeo hidroeléctrico.

Japón: al igual que Estados Unidos apuesta por el bombeo hidroeléctrico, además de por las baterías de Sodio-azufre (NaS) y las de iones de Litio.

Alemania: por su parte, apuesta principalmente por el bombeo hidroeléctrico, las baterías de iones de Litio y las baterías de flujo de Vanadio (VRB).

China: este país apuesta principalmente por el almacenamiento mediante bombeo hidroeléctrico y baterías, destacando las de iones de Litio y las de flujo de Vanadio.

España: situado en el quinto puesto apuesta, al contrario que el resto de los países en cabeza, por las sales fundidas ya que esta tecnología es la más utilizada como sistema de apoyo a la energía termosolar, fuente de energía renovable en la que España es puntera. Así mismo, también potencia el almacenamiento mediante bombeo hidroeléctrico. (twenergy, 2017)

A nivel mundial ya tenemos varios ejemplos de proyectos de almacenamiento de energía utilizando las diferentes tecnologías que puede emplearse; estas pueden ser diferentes por sus materiales de construcción, electrolito, y las reacciones de redox que producen. Las tecnologías de almacenamiento de energía más utilizadas en la actualidad son las baterías de plomo-acido, iones de litio, sodio-azufre y níquel-cadmio (NiCd). (twenergy, 2017)

El proyecto M5BAT de 2016 en Aachen (Alemania) incluye baterías de plomo-ácido en un sistema flexible de almacenamiento de 5 MW de energía que combina cinco tecnologías diferentes. Este proyecto busca evaluar la eficiencia de estas baterías usadas en conjunto o por separado, con el fin de desarrollar sistemas híbridos de almacenamiento con menores costes para una misma capacidad. Forma parte de la iniciativa del gobierno alemán “Energy Storage Funding Initiative”. (twenergy, 2017)

En la figura 9 se muestra esta información condensada de una forma conveniente para su fácil interpretación.

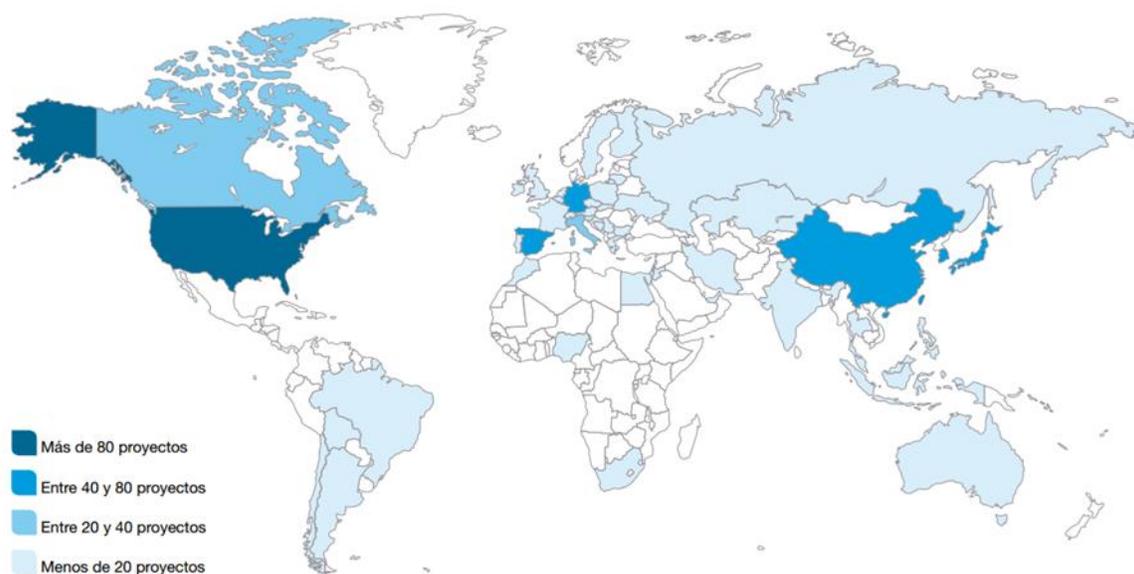


Figura 9. Distribución mundial de instalaciones de almacenamiento de energía

Fuente: (twenergy, 2017)

El mayor proyecto desarrollado actualmente en Europa es el sistema de baterías de iones de Litio de 10 MW/ 10 MWh en la planta eólica de Feldheim (Alemania) para la regulación de la potencia del suministro. Este proyecto ha sido financiado en parte por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). (twenergy, 2017)

El proyecto Terna SANC es la primera instalación de almacenamiento de energía a gran escala mediante baterías de Sodio-Azufre en Europa. Se trata de tres sistemas de almacenamiento con una capacidad de 34,8 MW en el sur de Italia que actúan como una subestación eléctrica para gestionar la producción de las plantas de energía eólica existentes en la zona. (twenergy, 2017)

En 2003, se llevó a cabo la instalación de un sistema de baterías de Níquel-Cadmio en Alaska que suministraban 27 MW de potencia durante 15 minutos. El monorail de Tokio instaló en 2014 el primer servicio de potencia de emergencia durante cortes de energía mediante baterías de hidruros metálicos de Níquel (NiMH) de alta capacidad y rápida respuesta en la carga y descarga. (twenergy, 2017)

2.1.2 MICROENTORNO

2.1.2.1 ENERGÍA SOLAR

Latinoamérica está diciendo adiós al uso de combustibles fósiles y está reforzando sus apuestas por fuentes alternativas de energías entre las que se encuentran energía eólica, biomasa, geotérmica, hidroeléctrica, pero sobre todo solar. Estos esfuerzos en energía solar son liderados por Chile que en 2012 el país sólo tenía 5MW de energía solar hoy día tienen más de 362MW y 873 MW en construcción y planeación. (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2015)

Chile lidera revolución solar de Latinoamérica con millonarias inversiones y un marco jurídico sólido para empresas nacionales y extranjeros Greentech Media (GMT), señala que América Latina fue la región que mostró un mayor crecimiento de energía solar en 2014, generando 625 MW, lo que equivale a un crecimiento de 370% en relación al año anterior. (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2015)

Dentro los países que componen el continente, Chile es el que lidera la incorporación de este tipo de energía. Según REVE el informe señala que “con su fuerte mercado de servicios a gran escala, Chile lideró la región en instalaciones fotovoltaicas en 2014, lo que representa más de las tres cuartas partes del total de América Latina”. Además, agrega que solo “en el cuarto trimestre Chile instaló el doble de la cantidad del total anual de América Latina en el año 2013”. La energía renovable es ahora más barata que la electricidad que se vende en el mercado spot de Chile y, en momentos en que se estima que aumentará la demanda global de Cobre, también lo hará la demanda de energía en las minas del Desierto de Atacama. (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2015)

Por otro lado, México ha inaugurado este año la última fase de una de las plantas solares más grandes de Latinoamérica. Aura Solar I se instaló en Baja California Sur en un tiempo récord de siete meses y a partir de septiembre de 2013 empezó a convertir los rayos de sol en corriente alterna, la cual ya alcanza a una parte del país. Este año, la planta abrirá en su totalidad, generando energía limpia para alimentar a millones de mexicanos. Sus instalaciones ocupan 100 hectáreas

del Parque Industrial de La Paz. REVE destaca que la planta Aura Solar de 131.800 celdas que reducirá la contaminación en 60 mil toneladas anuales de CO₂. (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2015)

También países como Perú están promoviendo el uso de energía solar. El desafío del sector es llevar energía a 2,2 millones de peruanos de las zonas rurales a través de la extensión de redes y soluciones no convencionales como los paneles solares, para lo cual se empezará adjudicando un proyecto de financiamiento, instalación, operación y mantenimiento de hasta 500 mil paneles solares. (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2015)

Centroamérica no se ha quedado atrás. En Panamá, 31 empresas participaron de la primera licitación para la contratación de energía solar a gran escala. Iván Barría, Gerente General de la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA) dijo que “mediante esta licitación de 66 MW se está incentivando la inversión privada en energía renovable que resultarán en unos 120 millones de dólares”. Este año la Secretaría Nacional de Energía de Panamá informó que nueve parques solares se podrían desarrollar en el corto plazo, tres de ellos en Chiriquí y seis en Coclé. (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2015)

Guatemala tiene una de las mayores plantas fotovoltaica de la región con 5 MW de potencia y cerca de 20 mil paneles solares. Esta semana Eduardo Font, Gerente General de la industria papelera Painsa, dijo que tienen previsto una inversión de 12 millones de dólares en una planta solar de 8MW. El país también ha incrementado el uso domiciliario de energía solar. Pequeños hoteles exploran diferentes alternativas para generar energía con la irradiación, según ha informado la Asociación de Pequeños Hoteles de Guatemala (Asopehgua). (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2015)

En El Salvador el Banco Alemán de Desarrollo (KfW) otorgó a El Salvador un préstamo por 30 millones de dólares para créditos a pequeñas y medianas empresas de energía renovable, principalmente solares. El Gobierno de El Salvador y tres empresas de energía eléctrica firmaron cuatro contratos para la producción y el suministro de 94 megavatios de energía solar por un monto

cercano a los 250 millones de dólares. La energía será suministrada por las empresas UDP Neoen-Almaval (60 megavatios); Solar Reserve Development (20); y UDP Proyecto La Trinidad, señala el informe de Energía Limpia XXI. (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2015)

En 2013 China y Costa Rica firmaron acuerdos por 30 millones de dólares para financiar la instalación de 50 mil paneles solares. Además, a inicios de este año el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) anunció el avance de un plan piloto para el uso de energía solar residencial que aspira alcanzar a 600 mil clientes. En los últimos 7 años se han invertido 1,700 millones de dólares en diversos proyectos de energía renovables solar, eólica, hidroeléctricas entre otras. Varias empresas en Costa Rica han comenzado a introducir proyectos solares para garantizar costos más favorables de producción y reducir la contaminación ambiental. (Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, 2015)

La figura 10 muestra una proyección del crecimiento de la demanda en Centroamérica.

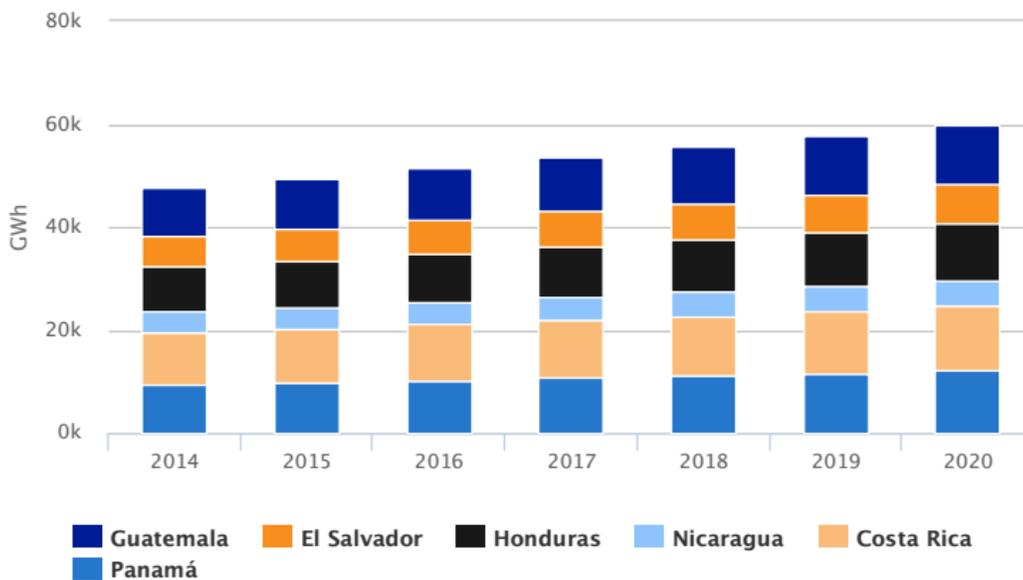


Figura 10. Proyección de demanda eléctrica centroamericana por país 2014-2020.

Fuente: (Critchley, 2017)

2.1.2.2 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Según el Consejo Mundial de la Energía, las baterías para almacenamiento de energía podrían alcanzar 250GW en capacidad en todo el mundo hacia el 2030. Hasta la fecha, América Latina representa una fracción muy pequeña de este mercado, pero parece ser el momento propicio para que quienes están en el negocio se fijen en la región. (Lapas, 2018)

El potencial de la región es enorme. El crecimiento esperado de las fuentes de energía renovables en México, la gran cantidad de plantas fotovoltaicas que operan en Chile y el extenso sistema de transmisión de energía de Brasil son solo algunos ejemplos de mercados con oportunidades diversificadas para proyectos de almacenamiento de energía. (Lapas, 2018)

Según Carlos Augusto Brandão, presidente de la asociación brasileña de almacenamiento de energía Abaque, los menores precios ayudan, con "estimaciones que apuntan a una caída en los precios de las baterías del orden del 38-50% para las aplicaciones más comunes en los próximos 5 años". (Lapas, 2018)

Según un estudio reciente, el potencial de almacenamiento de Colombia es de 480MW para los próximos diez años. México podría registrar 2,3GW y Brasil 5,6GW en capacidad en el mismo período. El presente informe analizará el estado del mercado de baterías y las opciones de almacenamiento en la región. (Lapas, 2018)

Aunque hay numerosas tecnologías y opciones de almacenamiento, este informe analiza el potencial de las baterías eléctricas en proyectos de energía comercial en América Latina. La figura 11 muestra un comparativo sobre los países más apetecidos para inversión en proyectos de energía renovable con almacenamiento de energía en Latinoamérica.

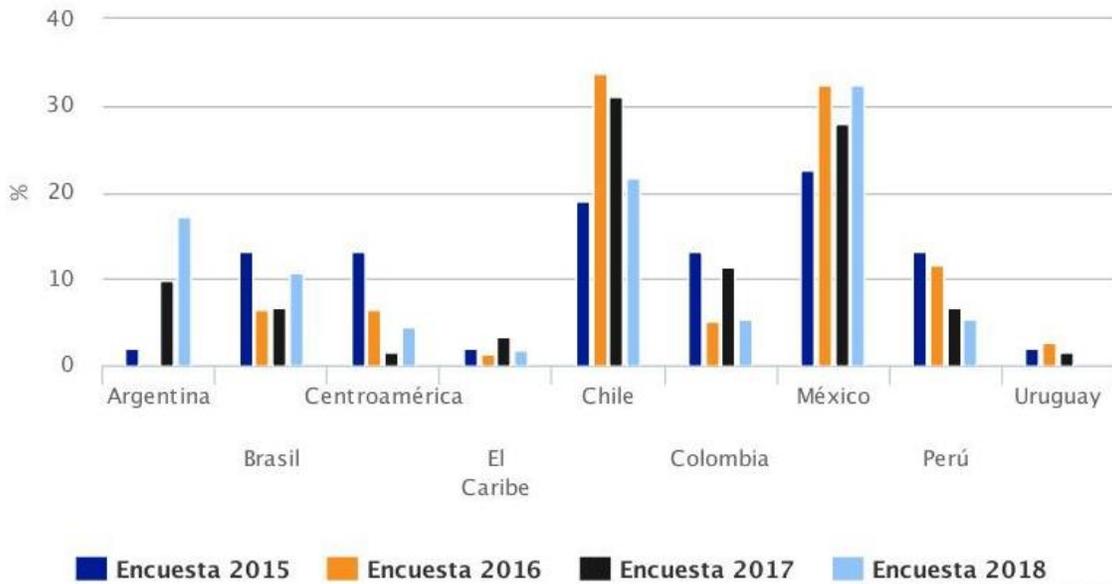


Figura 11. Encuesta sobre los países más atractivos para la inversión en generación de energía.

Fuente: (Lapas, 2018)

2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

2.1.3.1 ENERGÍA SOLAR

Honduras no se ha quedado atrás en inversiones para construir sistemas fotovoltaicos, ya que en el año 2007 se aprobó el decreto 70-2007 que brindaba incentivos a las empresas que construyan plantas de generación de energía a base de fuentes renovables y el año 2013, se aprobó el decreto 138-2013 el cual trajo una serie de nuevos incentivos. Todas estas reformas han provocado que la generación fotovoltaica creciera en gran manera en los últimos años. Al día de hoy, las inversiones privadas, nacionales y extranjeras, en la construcción de plantas de energía solar superan los 1,600 millones de dólares. Se han construido 12 plantas que ya están en operación comercial y producen 405MW de energía, el 39% de la capacidad renovable privada instalada a nivel nacional de 1,047.07MW. (La Prensa, 2017)

Actualmente, otras tres plantas se encuentran en construcción, una de 35MW, una segunda de 25 y la tercera de 12, las que aportarán 82 MW más al sistema. Toda la energía que se produce en las plantas solares es vendida a la ENEE Empresa Nacional de Energía Eléctrica. Los precios de

venta del kilovatio hora son variables. El costo depende de la fecha de la firma del contrato de compra de energía (Power Purchase Agreement PPA), ya que cada año variaban los precios de la energía de acuerdo a costos marginales establecidos. Sin embargo, se recuerda que los precios a los que se licitaron estos proyectos se movieron entre los nueve y 15 centavos de dólar el kWh. (La Prensa, 2017)

2.1.3.2 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Estas tecnologías todavía no se utilizan en nuestro país, hasta la fecha las plantas solares no cuentan con un sistema de almacenamiento de energía, ya que tienen preferencia de despacho de energía, es decir, todo lo que generan se inyecta a la red (misma que forma parte del Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Centra, SIEPAC) y por esta razón no se ven en la necesidad de implementar un sistema de esta índole.

2.2 TEORÍAS DE SUSTENTO

2.2.1 PANELES SOLARES

2.2.1.1 CONVERSIÓN DE LUZ SOLAR EN ELECTRICIDAD

El efecto fotoconductor tiene lugar cuando un fotón choca con un átomo y libera un electrón dejando un hueco. Si este proceso tiene lugar en el lado P de un semiconductor dopado, cerca de la unión PN, es probable que el hueco se difunda a través de la unión. Lo mismo puede suceder en el otro lado de la unión. El trabajo de la luz es la separación de huecos y electrones en un átomo. (Rújula, 2009)

El desequilibrio de carga en una célula iluminada crea una diferencia de potencial, y si los dos lados se conectan mediante un cable exterior, fluirá una corriente de electrones desde el lado n hacia el p (donde hay menos electrones) realizando trabajo en una carga exterior. (Rújula, 2009)

2.2.1.2 ESTRUCTURA BÁSICA DE UNA CÉLULA SOLAR

La unión p-n hace posible la circulación de la corriente eléctrica gracias a la presencia de un campo eléctrico. Prácticamente todas las células solares disponibles en la actualidad están constituidas por una unión p n como la descrita anteriormente. En las células de silicio, que son las más empleadas en la práctica, la unión se consigue difundiendo una capa de fósforo en una oblea de silicio que originalmente está toda ella impurificada con boro. (Rújula, 2009)

El otro concepto importante en la estructura de una célula solar es el que hace referencia al diseño de lo que denominamos malla de metalización frontal, los contactos metálicos que se han de realizar para extraer la corriente eléctrica de la célula. No debe olvidarse que un metal es un material absorbente a la luz. La cara frontal de la célula, la que recibe la radiación solar, tiene un contacto metálico en forma de rejilla que al mismo tiempo que colecta las cargas tiene que permitir el paso de los fotones al interior del cristal. (Rújula, 2009)

2.2.1.3 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA CÉLULA SOLAR

Si se ilumina una célula solar que se encuentra conectada a una carga externa, se producirá una diferencia de potencial en dicha carga y una circulación de corriente que sale al circuito exterior por el terminal positivo y vuelve a la célula por el negativo. (Rújula, 2009)

El campo eléctrico, o la diferencia de potencial, producida por la unión p-n es la causa de la separación de los portadores antes de que puedan recombinarse de nuevo y, por tanto, la causa de la circulación de la corriente por la diferencia de potencial externa, suministrando así energía a la carga. (Rújula, 2009)

2.2.1.4 CÉLULAS SOLARES DE SILICIO POLICRISTALINO

La utilización de células de silicio policristalino constituye una estrategia de abaratamiento de costes mediante la reducción del coste de las obleas de partida con las que se fabrican las células. El silicio policristalino no es más que silicio constituido por granos de silicio cristalino. En el

laboratorio se han conseguido eficiencias del 16,8% con células de gran área. Al nivel de producción industrial, las eficiencias límite de este tipo de células se sitúan en torno al 17%. (Rújula, 2009)

2.2.1.5 TECNOLOGÍAS DE LÁMINA DELGADA

Se entiende como células solares policristalinas en lámina delgada aquellas en que el espesor es de entre las décimas y varias micras, no más de 4 ó 5, formadas por múltiples granos, microcristales del material, agrupadas al objeto de formar la lámina en cuestión. (Rújula, 2009)

El coste de la energía solar fotovoltaica es hoy en día la mayor barrera para su expansión. El desarrollo de los materiales policristalinos en lámina delgada y su aplicación en dispositivos fotovoltaicos está claramente dirigido a la reducción de los costes de producción, con los siguientes objetivos:

1. Encontrar materiales semiconductores que puedan absorber la luz solar en capas extremadamente finas de los mismos, del orden de una micra frente a los cientos de micras requeridos para el silicio cristalino, por lo que se deberá reducir el coste asociado a los materiales.
2. Poder depositar estas capas finas o láminas delgadas de material sobre sustratos baratos y asequibles como puede ser el plástico, el vidrio, etc.
3. Poder depositar estas láminas delgadas por métodos simples y de fácil adaptación a procesos industriales en gran escala. Las capas más finas deben conducir a procesos más rápidos y a menores costes de capital.
4. Poder fabricar módulos completos durante el proceso de depósito de las películas delgadas y, de esta manera, reducir los costos de producción.
5. Y, por último, poder convertir la luz solar en electricidad de una manera eficiente manteniendo juntos todos estos objetivos parciales. (Rújula, 2009)

2.2.1.6 CÉLULAS DE SILICIO AMORFO

El silicio amorfo carece del ordenamiento de los átomos de silicio en forma de red cristalina. En consecuencia, debido a esta característica, no cabría esperar de este material ninguna propiedad semiconductor. Sin embargo, debemos mencionar que cuando en el contexto de las células solares se habla de silicio amorfo se debe entender que una cierta cantidad de hidrógeno se ha incorporado al material. Se habla entonces de silicio amorfo hidrogenado y se designa por a Si-H. Las células solares que habitualmente vemos en calculadoras y relojes son de silicio amorfo. (Rújula, 2009)

Comparado con el material cristalino, el silicio amorfo es mucho más absorbente siendo necesarios únicamente espesores inferiores a la micra para absorber la mayor parte de la luz solar. En consecuencia, estas capas necesitan ser apoyadas en un sustrato mucho más ancho, transparente y opaco. Otra de las ventajas del silicio amorfo es que, aleándolo con nitrógeno o carbono se puede aumentar el valor de su gap y, con germanio, disminuirlo lo que hace posible la fabricación relativamente sencilla de células tándem o multigap. (Rújula, 2009)

2.2.1.7 CÉLULAS SOLARES DE ARSENIURO DE GALIO

Las propiedades de estos materiales han sido bien estudiadas, pues han sido muy utilizados en la tecnología de dispositivos ópticos de alta velocidad. El GaAs (Arseniuro de Galio) es un material de gap directo lo que implica que se trata de un material muy absorbente. Bastan unas pocas micras de material para absorber toda la luz incidente. En consecuencia, las capas fotovoltaicamente activas en esta célula están situadas en la parte superior del sustrato sobre el que han sido crecidas, el cual, simplemente, desempeña un papel de soporte mecánico. (Rújula, 2009)

Dado su elevado coste, las células de GaAs se investigan en el contexto de su utilización en sistemas de concentración. Desde la perspectiva industrial, las células solares de GaAs se utilizan frecuentemente en aplicaciones espaciales por su resistencia a la radiación. (Rújula, 2009)

Las células de InP (Fosforo de Indio) se utilizan en aplicaciones espaciales, también por su resistencia a la radiación. Han sido desechadas sus aplicaciones en tierra debido al alto coste de preparación del cristal, y el control de sus propiedades. (Rújula, 2009)

2.2.1.8 CÉLULAS SOLARES DE TELURURO DE CADMIO

En principio el mayor atractivo del telururo de cadmio como candidato a material absorbedor de la energía solar es el valor de su energía de separación entre las bandas de conducción y de valencia, energía del «gap», que es de 1,4 eV y se corresponde con el valor teórico óptimo para el aprovechamiento del espectro solar. (Rújula, 2009)

En los últimos años los mayores logros en el desarrollo de células solares basadas en el CdTe han sido conseguidos por los investigadores de la Universidad del Sur de Florida (USF), los cuales han alcanzado eficiencias del 15,8%, lo que significa obtener las primeras células solares no basadas en monocristales que sobrepasan la barrera del 15% de eficiencia lo que se considera el límite para hablar de células de alta eficiencia. (Rújula, 2009)

2.2.2 SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

2.2.2.1 BOMBEO

Cuando se habla de almacenamiento en el sistema eléctrico se piensa inmediatamente en el bombeo, pues constituye el sistema más extendido. Su principio físico radica en transformar energía eléctrica, tomada de la red, en energía potencial mediante el bombeo de agua almacenada en una cota inferior hasta el vaso superior. Posteriormente el agua bombeada se vuelve a llevar a la cota inferior produciéndose entonces la energía eléctrica en la turbinación. (Serna, 2011)

Su gran inconveniente está en la disponibilidad de ubicaciones geográficas que cumplan con los requisitos de cota necesaria, capacidad de almacenamiento de agua y la propia disponibilidad de agua. De hecho, la construcción de nuevas instalaciones de bombeo está muy

limitada tanto por su viabilidad económica como por la existencia de localizaciones adecuadas que garanticen un impacto ambiental reducido. (Serna, 2011)

2.2.2.2 ALMACENAMIENTO ELECTROQUÍMICO (BATERÍAS)

Las pilas o baterías son sistemas de almacenamiento de energía basados en principios electroquímicos, o lo que es lo mismo, reacciones químicas donde se liberan electrones con los que se produce la corriente eléctrica. Los desarrollos más recientes están logrando construir baterías recargables de gran potencia y gran capacidad de almacenamiento de energía. Dentro de este grupo de baterías se encuentran como más representativas las baterías de flujo de vanadio, iones de litio, sulfuro de sodio y plomo-ácido. (Serna, 2011)

La utilización de las baterías tiene un rango de utilización bastante amplio, pudiendo usarse como simples SAI (Sistemas de alimentación ininterrumpida), como proveedoras de servicios del sistema, como sistema de arbitraje de precios comprando en valle y vendiendo en punta o como complemento a instalaciones de transporte y distribución. (Serna, 2011)

Sus rangos de capacidad van desde 1 kW hasta las más desarrolladas baterías de flujo que alcanzan potencias de 20 MW. Respecto al tiempo que son capaces de suministrar energía, el rango también es amplio desde minutos hasta varias horas. (Serna, 2011)

El gran problema de las centrales de energía renovable no convencionales (ERNC) tales como solar y eólica, es la estocabilidad que presentan a la hora de generar. Ya que los modelos que se tienen de predicción del clima, si bien hoy en día se encuentran bastantes avanzados, todavía no son lo suficientemente precisos como para determinar de forma exacta los niveles de viento y nubosidad. Por lo que la curva de potencia que las centrales ERNC entregan a la red no son lo suficientemente limpias. (Aguirre & Lolas, s.f.)

Entonces una forma de mejorar la calidad de energía que es entregada a la red por estas centrales, sería mediante dispositivos BESS (Battery Energy Storage System) que se encarguen de

suavizar la curva de potencia y generar cierta estabilidad en la generación. Estas estarían localizadas directamente en la central de generación y en parte podría aprovecharse la energía que se pierde cuando se está generando más de lo demandado para cargarlas y así independizar la carga de los BESS de la red eléctrica. (Aguirre & Lolas, s.f.)

Un sistema de baterías para energías renovables consta de un conjunto de ellas conectadas en serie/paralelo para cumplir con requisitos de voltaje/corriente. Un convertor es empleado para conectarlas con la red eléctrica y un controlador es usado para cargarlas durante horas de poca demanda y bajo costo de la energía (off-peak/low-cost). Algunas de sus ventajas son:

1. Alta densidad de energía.
2. Alta eficiencia.
3. Largos ciclos de vida (dependiendo de la tecnología seleccionada y de la operación carga/descarga).
4. Rápida capacidad de respuesta y fácil integración con renovables.

Entre sus desventajas se tienen:

1. Algunas de ellas requieren refrigeración o unidades especiales de almacenamiento.
2. Cuentan con complejos convertidores de potencia.
3. Tienen un costo inicial alto. (Escobar Mejia & Holguín Londoño, 2011)

Pueden ser aplicadas cuando se requiere almacenar grandes cantidades de energía (>1MWh) que puede ser descargados cuando sean requeridos en periodos de 15 minutos o más. Una de las tecnologías más empleadas y con más desarrollo para gran almacenamiento de energía para ser integradas con renovables son las baterías Lead-Acid, las cuales son de bajo costo, poseen baja densidad de energía y limitada vida útil. Otras son Nickel-Cadmium, Sodium-Sulfur, Vanadium Redox, Lithium Ion y Sodium Nickel Chloride. (Escobar Mejia & Holguín Londoño, 2011)

Las aplicaciones de los sistemas de almacenamiento de energía que se pueden ocupar en generación son las siguientes:

1. Regulación de Frecuencia

Los equipos de almacenamiento pueden dar regulación primaria y secundaria de frecuencia en los sistemas interconectados. Para la regulación primaria, se absorbe potencia cuando hay un incremento de la frecuencia (se carga) y análogamente, se inyecta potencia cuando hay una bajada en el valor de frecuencia (se descarga). (Álvarez Corchado, 2016)

Para el control primario de frecuencia se requiere bastante rapidez, la respuesta del sistema de almacenamiento de energía debe ser de entre 3 a 5 segundos, hasta los 30 segundos, y luego debe ser capaz de proveer regulación hasta más o menos 15 minutos. Los tiempos de respuesta de 20 ms de algunos equipos de almacenamiento pueden significar mejoras en el desempeño de la regulación frecuencia contra el control convencional. (Álvarez Corchado, 2016)

Una forma de prestar regulación primaria es instalando sistemas de almacenamiento en la red de transmisión o distribución de manera de inyectar o absorber potencia activa cuando el operador lo requiera. La segunda forma es incorporar sistemas de almacenamiento a centrales térmicas o hidráulicas de manera de prestar CPF con el sistema de almacenamiento y elevar el nivel de generación de la central, dado que los niveles de reserva en giro se verían reducidos. Esto permitiría ingresos mayores para el propietario de la central por venta de energía (y potencia). (Álvarez Corchado, 2016)

Otro nicho que se presenta es el caso de la energía solar y eólica, ya que estos son prácticamente incapaces de dar regulación primaria, por lo que con el apoyo de sistemas de almacenamiento puede significar una oportunidad de negocio para ayudar a la penetración de energías alternativas. Con sistemas de almacenamiento se puede dar regulación secundaria cuando el Control Secundario de Frecuencia se realice de forma manual o automática. (Álvarez Corchado, 2016)

2. Arbitraje de Energía

Debido a la forma en que se hace el despacho económico en los sistemas interconectados y la variación horaria de la demanda, se presentan curvas de demanda que el mercado debe equilibrar económicamente, lo que hace variar los costos marginales del sistema, siendo mayores en alta demanda y disminuyendo cuando la demanda baja. (Álvarez Corchado, 2016)

Con este escenario, los sistemas de almacenamiento pueden gestionar la compra y venta de energía, de modo que puede comprar energía a bajos precios (se carga) y vendiendo a altos precios (descarga). Para lograr esto se requieren sistemas de almacenamiento con largos números de ciclos (se requiere descargar y cargar constantemente) y que en lo posible sean de gran tamaño. (Álvarez Corchado, 2016)

3. Apoyo a renovables no convencionales

Las energías renovables no convencionales cada vez van aumentando su competitividad, pero a su vez poseen deficiencias técnicas que impiden su penetración en los sistemas. Por ejemplo, la variabilidad de la disponibilidad de los recursos renovables no convencionales (por ejemplo, el viento o el sol) implica que existen variaciones de potencia muy fuertes, lo que genera oscilaciones de frecuencia en el área de inyección. (Álvarez Corchado, 2016)

El uso de sistemas de almacenamiento permite suavizar las curvas de potencias en parques eólicos o plantas fotovoltaicas, ayudando a nivelar estas fluctuaciones. La intermitencia del recurso provoca también que no se pueda controlar cuando se despacha. Con el apoyo de los sistemas de almacenamiento, se puede cargar cuando existe en el sistema una demanda baja, y descargar cuando se encuentra en horas de alta demanda, lo que puede mejorar el desempeño de estas centrales de energía. (Álvarez Corchado, 2016)

2.2.2.3 AIRE COMPRIMIDO (CAES)

Conocido como CAES (Compressed air energy storage), este sistema de almacenamiento aprovecha formaciones geológicas subterráneas o cierto tipo de minas que ya no están en explotación, en las que se inyecta aire a alta presión, que ha sido previamente comprimido en un compresor utilizando electricidad tomada de la red, para almacenarlo y extraerlo posteriormente para su utilización conjuntamente con una turbina de gas cuando se pretende generar electricidad.

Si bien es una tecnología razonablemente madura, aún existen sólo unas pocas plantas en operación comercial actualmente. Dentro de las tecnologías de almacenamiento, constituye junto al bombeo la que puede ofrecer una mayor capacidad por planta (hasta 300 MW) y con tiempos de descarga largos, hasta 24 horas, por lo que su utilización puede ser similar a la del bombeo, es decir, tanto para proporcionar servicios auxiliares al sistema como para arbitraje de precios en el mercado. (Serna, 2011)

2.2.2.4 AIRE LICUEFACTADO (LAES)

Conocido como LAES (Liqued air energy storage), este sistema de almacenamiento es similar al CAES, pero en vez de utilizar aire a presión en una formación geológica, utiliza como medio de almacenamiento aire líquido criogenizado en tanque que puede ser expandido posteriormente recuperándose la energía almacenada. Este sistema puede necesitar la utilización de una turbina de gas para aumentar la eficiencia del ciclo termodinámico. (Serna, 2011)

2.2.2.5 VOLANTES DE INERCIA

Esta tecnología está basada en el uso de la energía cinética como medio de almacenamiento. La capacidad de almacenamiento de los volantes de inercia depende de su diámetro y de la masa del disco giratorio. El volante mantiene su movimiento debido a su inercia cuando se detiene el par motor que lo propulsa. Es clave la minimización del rozamiento interno para así reducir las pérdidas de energía, para lo que se utilizan cojinetes electromecánicos introducidos en cámaras de vacío. (Serna, 2011)

Los volantes de inercia son aptos para aplicaciones de media potencia y de duración no mayor de varios minutos. El uso de esta tecnología es proporcionar inercia al sistema mejorando la estabilidad de la frecuencia y contribuyendo al control de tensión en la zona donde se instale el equipo. (Serna, 2011)

2.2.2.6 OTRAS TECNOLOGÍAS

El abanico de sistemas de almacenamiento se completa con tecnologías de diversa naturaleza y desigual estado de maduración:

1. Almacenamiento térmico: utilizado en las plantas solar-térmicas, en las que se calienta un fluido (aceite) que se libera según demanda para producir vapor y alimentar una turbina.
2. Hidrógeno: se separan moléculas de agua mediante electrolisis produciendo hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno se utiliza para generar electricidad mediante una celda de combustible.
3. Imanes superconductores (SMES): almacenan electricidad dentro de un campo magnético mediante una bobina superconductora refrigerada.
4. Supercondensadores: es el mismo principio que el de los condensadores, pero en los que se utilizan materiales que proporcionan una superficie del electrodo mucho mayor. (Serna, 2011)

2.2.2.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SAE.

Los Sistemas de Almacenamiento de Energía (SAE) brindan las siguientes ventajas:

1. Permiten un mejor aprovechamiento de las fuentes renovables (intermitentes).
2. Pueden ser integrados en sistemas eléctricos inteligentes.
3. Reducen la necesidad de instalar generación de reserva para cubrir con los picos de demanda.
4. Mejoran la confiabilidad de la red.
5. Sus rendimientos y costos mejoran continuamente.
6. Permiten integrar fuentes de energía renovable y fósiles.

Entre sus desventajas podemos enumerar las siguientes:

1. Se pierde energía en los ciclos de “carga/descarga”.
2. Agregan costos y complejidades adicionales a los sistemas eléctricos.
3. Se requiere de una infraestructura adicional y más espacio para su implementación. (Siegel, 2013)

2.2.3 FACTIBILIDAD TÉCNICA

La factibilidad técnica de un proyecto, estudia la posibilidad tecnológica (existencia de los equipos para llevar a cabo los procesos), de infraestructura (existencia de instalaciones para los equipos), legal (existencia de regulaciones), ambiental (evaluación del impacto) y geográfica (existencia de espacios y vías de acceso suficientes) que el proyecto pueda ser llevado a cabo satisfactoriamente con el menor riesgo posible. Puede ser aplicada a proyectos nuevos o en la reestructuración o modernización de ya existentes y por tanto es útil para cualquier tipo de actividad humana. Se basa en la evaluación de los recursos disponibles y en el arreglo lógico de los procesos que permitan la transformación de una situación actual en una mejor situación en el futuro, emplea para ello el conocimiento y experiencia del proyectista y de los recursos financieros del inversionista. (Universidad Monteávila, 2018)

2.2.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

El propósito del dimensionamiento de un sistema fotovoltaico es el cálculo del número de módulos y baterías necesarias para suministrar de modo fiable un determinado consumo durante un intervalo de tiempo dado. Esto involucra realizar un balance de entre dos objetivos normalmente opuestos, máxima fiabilidad y mínimo coste. (Abella, s.f.)

El dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos ha sido objeto de amplios estudios teóricos, dando como resultado desde métodos simples hasta complejos modelos matemáticos. En este caso mencionaremos dos métodos: un método simple que denominaremos “método amperios-hora”, ya que esencialmente calcula cuantos amperios-hora por día son necesarios del generador fotovoltaico, de acuerdo con la carga de diseño y las condiciones climáticas. El otro método se

basa en el concepto de “Loss of Load Probability” LLP o probabilidad de pérdida de carga, indicador de que el sistema falle o no sea capaz de suministrar el consumo requerido. (Abella, s.f.)

Sea cual sea el método está basado en simples principios:

1. Se dimensiona para que la producción del generador fotovoltaico sea igual al consumo (en valores promedio).
2. Se dimensiona para que la batería pueda abastecer el consumo cuando no hay sol durante un determinado número de días consecutivos. (Abella, s.f.)

El método de amperio-hora consiste en el cálculo del consumo diario en amperios-hora, teniendo en cuenta las pérdidas entre la batería y las cargas y el rendimiento de carga de la batería. La batería se dimensiona teniendo en cuenta el tiempo de autonomía. Para dimensionar el generador fotovoltaico son necesarios los datos de irradiación del lugar de la instalación. En el caso más normal se supone un consumo estacionario durante el año, en cuyo caso se necesitan los valores diarios medios en el plano del generador para el peor mes del año y el ángulo óptimo de inclinación. (Abella, s.f.)

La radiación diaria también se puede considerar como “horas pico”. Una hora pico corresponde con $1,000\text{Wh}/\text{m}^2$, por tanto, si la irradiación medida es $5,800\text{Wh}/\text{m}^2/\text{día}$, es igual a 5.8 horas pico. Los módulos fotovoltaicos se dan a $1,000\text{W}/\text{m}^2$, por lo que los amperios hora diarios producidos por un módulo es igual a su corriente nominal multiplicado por el número de horas pico (Abella, s.f.). A continuación, se describe el procedimiento para el dimensionamiento según el método amperio-hora. (Abella, s.f.)

2.2.3.1.1 CÁLCULO DE LOS CONSUMOS DIARIOS

Se trata de obtener el consumo medio diario, en amperios-hora por día, en la batería. Si este no es constante durante todo el año, se ha de calcular para cada mes. Se puede utilizar el voltaje de la batería, pero se ha de tener en cuenta que el voltaje al que operan los equipos incluye las caídas de tensión, lo cual aumenta el consumo. (Abella, s.f.)

Si se utiliza un inversor se ha de tener en cuenta su rendimiento. El rendimiento puede ser diferente para diferentes consumos. Se debería establecer un perfil de consumo diario para la determinación del nivel de potencia a la que opera el inversor, y por tanto su rendimiento. (Abella, s.f.)

Se trata de confeccionar un listado de los diversos aparatos conectados al sistema, el número de horas de uso diario y el voltaje nominal de operación de cada uno. En principio la determinación del consumo resulta claro y directo: únicamente se necesita calcular el consumo de energía de todos los dispositivos que se incluirán en el sistema fotovoltaicos. En la práctica, sin embargo, la demanda de energía resulta incierta porque a menudo se desconoce el periodo de tiempo en que funcionará cada aparato. (Abella, s.f.)

La tensión (voltaje) nominal del sistema es normalmente la necesaria para las cargas más elevadas. Si predominan cargas AC, debe elegirse una tensión DC que sea compatible con la entrada del inversor. Si las demandas de potencia más elevadas son para el consumo de aparatos DC, debe elegirse el valor de la tensión de la carga mayor. Es necesario tener en cuenta que la determinación del voltaje también determina la corriente del sistema, que es necesario mantener en unos niveles aceptables. Normalmente la corriente de cada circuito debe limitarse a 20A, con un total de 100A. (Abella, s.f.)

2.2.3.1.2 CÁLCULO DE LA POTENCIA PICO Y DE LA CORRIENTE

Este paso es necesario para el dimensionado del regulador de carga, inversor, cableado, fusibles, etc. de modo que puedan soportar la potencia pico. Consiste en sumar las potencias AC y DC del consumo y dividirlo por el voltaje de la batería para obtener la corriente pico, o corriente máxima de consumo. (Abella, s.f.)

2.2.3.1.3 CORRECCIÓN DEL CONSUMO

Se utiliza un factor que toma en consideración el rendimiento de carga de la batería, y por tanto el consumo en amperios-hora obtenidos en el paso anterior se incrementan por este factor para dar un consumo corregido. El rendimiento de la batería depende del tipo de batería y de cuan

de profundo es el ciclado diario. También se incluye un factor que tiene en cuenta el rendimiento del cableado del sistema (normalmente en torno al 0.98). (Abella, s.f.)

2.2.3.1.4 CORRIENTE Y ÁNGULO DE INCLINACIÓN

Con este procedimiento de dimensionado existe un mes determinante para el diseño del sistema, que es el mes en que baja al mínimo la proporción de energía solar disponible y el consumo. Con este criterio, el sistema fotovoltaico se dimensiona para satisfacer dicho consumo en el peor mes de un año promedio. Por ejemplo, si el consumo es constante durante todo el año, el mes peor será el de menor radiación media. Si el consumo no es constante es necesario realizar los cocientes para cada mes del año, ya que los cambios en el consumo pueden compensar las variaciones de radiación solar. El ángulo de inclinación óptimo es aquel que da la mayor radiación para el peor mes. (Abella, s.f.)

2.2.3.1.5 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BATERÍAS

El tamaño del sistema baterías se obtiene multiplicando el número de días de autonomía por el consumo diario y dividido por la máxima profundidad de descarga. Para sistemas no críticos, se recomienda un número de días de autonomía entre 2 y 5, mientras que en sistemas críticos el número de días de autonomía puede incrementarse tomando un valor entre 5 y 10. Sin embargo es contraproducente tener una capacidad de batería muy grande si la potencia de la planta fotovoltaica no es suficiente para recargar dicha batería correctamente. El aumento de la fiabilidad se obtiene aumentando tanto el tamaño de generador como el de batería. (Abella, s.f.)

2.2.3.1.6 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

El dimensionamiento de la planta fotovoltaica se basa en suministrar el consumo medio diario. En primer lugar, se determina el ángulo óptimo de inclinación de los paneles fotovoltaicos como aquel en el que se obtiene la mayor radiación en el peor mes del año (en relación con el consumo para cada mes). El número de horas de sol pico se obtiene como la radiación media para cada mes en $\text{Wh/m}^2/\text{día}$ dividido por $1,000\text{W/m}^2$. (Abella, s.f.)

La corriente de diseño del generador fotovoltaico se obtiene dividiendo el consumo corregido en amperios-hora, obtenido anteriormente, entre el número de horas de sol pico. Esto proporciona los amperios que el generador ha de suministrar por cada $1,000\text{Wh/m}^2$ de radiación solar. Normalmente es suficiente con repetir el cálculo para tres inclinaciones (la latitud del lugar 15°). (Abella, s.f.)

Se introduce un factor de corrección del módulo que tiene en cuenta que los módulos operan en condiciones diferentes de las nominales (STC). Se puede tomar un factor de 0.9 para silicio cristalino y 0.7 para silicio amorfo. (Abella, s.f.)

También se introduce un factor de ajuste para la descarga estacional de la batería durante largo tiempo. Este factor da como resultado una reducción de la capacidad del conjunto fotovoltaico cuando se proyecta usar la capacidad de almacenamiento de la batería para satisfacer completamente los requisitos de la carga durante el mes determinante para el diseño del sistema. (Abella, s.f.)

El número de módulos en paralelo se obtiene como el cociente entre la corriente de diseño y la corriente del módulo en el punto de máxima potencia en condiciones estándar de medida (STC). Si el número obtenido no es un número entero como norma general se recomienda redondear al entero superior si la aplicación es crítica y hacia el inferior en caso contrario. El número de módulos en serie se obtiene del cociente entre el voltaje nominal del sistema y el voltaje nominal del módulo. (Abella, s.f.)

2.2.3.1.7 SELECCIÓN DEL INVERSOR

La selección del inversor viene determinada por el suministro de la potencia de los consumos AC que operan de modo continuado y por el suministro de los picos de demanda. Las cargas inductivas como motores (lavadoras), compresores (refrigeradores) poseen bobinas que se deben cargar. Durante un corto periodo de arranque la corriente demandada puede aumentar de 4

a 6 veces el valor de operación continuada. Por tanto, el inversor elegido debe ser capaz de suministrar estos picos de corriente de arranque. (Abella, s.f.)

2.2.3.1.8 CONTROLADORES DE CARGA

Los controladores de carga se incluyen en los sistemas fotovoltaicos para proteger las baterías contra sobrecargas y descargas excesivas. La mayoría de los controladores detectan la tensión de batería y actúan de acuerdo con los niveles de tensión. Algunos también poseen sensores de temperatura para compensar el efecto de la temperatura sobre la tensión de la batería y su estado de carga. El controlador debe tener suficiente capacidad para controlar la máxima corriente del sistema. Se recomienda incluir un factor de seguridad de 1.25 respecto de la corriente de cortocircuito del generador para acomodar la corriente excesiva causada por el aumento de irradiancia que a veces producen las nubes durante cortos periodos de tiempo. Dado que las características y los tipos de reguladores disponibles son muy variados, se ha de elegir aquel regulador que mejor se adapte al sistema que se está diseñando. (Abella, s.f.)

En cuanto a su instalación, el regulador siempre se ha de proteger contra la intemperie, instalándolo preferiblemente en el interior de una caja protegida. Por otro lado, el calor es una fuente común de fallo con lo que se ha de procurar una correcta ventilación. (Abella, s.f.)

2.2.3.1.9 CABLEADO DEL SISTEMA

Las conexiones bien hechas y seguras son esenciales si se desea que el sistema funcione correctamente de acuerdo con el dimensionamiento realizado y tenga una larga vida útil. La instalación de interruptores y fusibles es muy importante para el funcionamiento y mantenimiento seguro del sistema. La correcta selección del tipo y calibre de los conductores aumenta el rendimiento y la fiabilidad del sistema fotovoltaico. Dimensionar los conductores para que las caídas de tensión sean inferiores al 3% en cualquiera de los circuitos. (Abella, s.f.)

Se usan interruptores y fusibles para proteger los equipos y al personal. Los interruptores permiten cortar manualmente el flujo de corriente en caso de emergencia. Los fusibles

proporcionan protección contra sobrecorrientes en caso de cortocircuito del sistema o de fallo a tierra. En un sistema fotovoltaico es recomendable separar mediante fusibles e interruptores el generador fotovoltaico, el regulador de carga, la batería y el consumo. Es necesario tener en cuenta que los interruptores AC no son aptos para operar en DC. (Abella, s.f.)

2.2.3.1.10 EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS

Un aspecto importante por tomar en cuenta al diseñar una instalación fotovoltaica es la eficiencia de los equipos. Esta abarca no solamente los paneles solares, sino también los inversores, transformadores, el cableado, sistema de baterías, entre otros. Al contarse con tantos elementos intermedios para llegar al punto de entrega de la energía, se debe considerar la eficiencia de cada uno de estos elementos, para maximizar la cantidad de energía que se puede llevar a los consumidores. (Abella, s.f.)

2.2.3.1.11 INSTALACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

En principio, los sistemas fotovoltaicos autónomos podrían producir energía durante más de 20 años si se dimensionan adecuadamente, se diseñan correctamente y se instalan cuidadosamente. Los módulos fotovoltaicos van montados en estructuras soporte que pueden ser de hierro, aluminio, acero inoxidable o madera. Estas estructuras de soporte han de proteger al generador frente a los fenómenos atmosféricos, como la fuerza del viento. De entre los diferentes tipos de estructuras soporte se ha de evitar en la medida de lo posible la instalación sobre el tejado de los edificios (excepto en las instalaciones de integración en edificios donde las estructuras de soporte ya han sido diseñadas específicamente). (Abella, s.f.)

Las baterías han de estar protegidas contra los elementos atmosféricos y han de situarse en lugares donde no implique ningún riesgo humano debido al gaseo o posibilidad de explosión por cortocircuito. Lo más recomendable es instalarla en compartimentos especialmente diseñados (que permitan la suficiente ventilación) con acceso restringido a personal autorizado. También se debe contar con un correcto sistema de aterrizaje para proteger las personas y equipos. (Abella, s.f.)

2.2.3.2 OTROS MÉTODOS

El método de probabilidad de pérdida de carga consiste en cálculos con software. Se especifica el consumo de diseño, incluyendo los rendimientos del regulador de carga, de carga de la batería, y del inversor. Se trata de utilizar los modelos de los distintos componentes (radiación solar, generador, batería, regulador) para determinar cuanta energía de generador es necesaria para suministrar el consumo de diseño. Esto depende del tamaño de generador y de la batería y de la radiación solar disponible. La LLP depende pues del tratamiento estadístico de los datos de radiación solar. Una vez que se obtienen diferentes combinaciones de batería/generador fotovoltaico, se ha de proceder a calcular los costes de los sistemas para la determinación de la configuración óptima. (Abella, s.f.)

2.2.4 SELECCIÓN DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Si el tamaño y el peso de la instalación son factores importantes, será necesario elegir una tecnología con alta densidad y energía específica. Actualmente, la mejor posicionada en este caso son las de iones de litio (Li-ion). (twenergy, 2017)

Desde el punto de vista de la eficiencia, la mayoría de las tecnologías actualmente comercializadas tienen una eficiencia media-alta (mayor al 60%), como el bombeo hidroeléctrico, los volantes de inercia, los supercondensadores y las baterías convencionales y de flujo, destacando algunas como la HydraRedox con niveles de eficiencia por encima del 85%. (twenergy, 2017)

El tiempo de respuesta es imprescindible que sea muy rápido, del orden de milisegundos o inferior, si el sistema de almacenamiento se va a utilizar para mantener el suministro de energía. Para esta aplicación son adecuadas las baterías convencionales, las baterías de flujo y los supercondensadores. Si el tiempo que es necesario almacenar la energía es una variable decisiva para nuestra instalación, tendremos que tener en cuenta el porcentaje de autodescarga. (twenergy, 2017)

El bombeo hidroeléctrico, los sistemas de aire comprimido, las baterías NaS, las baterías de flujo y las pilas de hidrógeno tienen muy poca autodescarga diaria, por lo que permiten almacenar la energía a largo plazo (durante meses). Otras baterías convencionales pueden almacenar energía durante días. Sin embargo, los supercondensadores y los volantes de inercia pierden la energía almacenada en unas pocas horas. (twenergy, 2017)

Entre la variedad de tecnologías existentes en la actualidad para el almacenamiento de energía puede resultar complicado saber cuál es la más adecuada para las necesidades de la instalación o la actividad donde va a ser utilizada. (twenergy, 2017)

Características técnicas:

1. Capacidad (MWh): representa la cantidad de energía que puede almacenar la tecnología.
2. Densidad de energía (Wh/L): permite conocer el tamaño necesario para el almacenamiento de energía. Para una determinada cantidad de energía, cuanto mayor sea la densidad, más pequeño será el volumen necesario de almacenamiento.
3. Energía específica (Wh/kg): es un indicador del peso de la instalación. Para una determinada cantidad de energía, cuanto mayor sea la energía específica, más ligero será el sistema de almacenamiento.
4. Eficiencia del ciclo (%): es la relación entre la electricidad de salida y la electricidad de entrada, por lo que representa la eficiencia de la tecnología para almacenar energía.
5. Eficiencia de la descarga (%): indica la facilidad para transmitir la energía desde el almacenamiento en el momento en que es requerida. Contribuye a la eficiencia global del ciclo.
6. Tiempo de respuesta: representa la rapidez con la que la energía almacenada está disponible.
7. Autodescarga (%): se refiere a las pérdidas existentes en los sistemas de almacenamiento.
8. Flexibilidad en el diseño: hace referencia a la posibilidad de diseñar una instalación en función de diferentes parámetros como potencia, energía, voltaje y amperaje.
9. Duración del almacenamiento: es un indicador relacionado con el grado de autodescarga; tecnologías con un alto porcentaje de descarga sólo pueden emplearse a corto plazo. (twenergy, 2017)

En la tabla 1 se muestra un resumen con las características técnicas principales de las diferentes tecnologías de almacenamiento de energía.

Tabla 1. Comparativo de las características técnicas de sistemas almacenamiento de energía.

Tecnología	Capacidad	Densidad de energía	Energía específica	Eficiencia de cada ciclo	Eficiencia de la descarga	Tiempo de respuesta	Autodescarga	Flexibilidad en el diseño	Duración del almacenamiento
Bombeo hidroeléctrico (PHS)	MUY ALTA	MUY BAJA	MUY BAJA	ALTA	ALTA	ALTO	MUY BAJA	BAJA	ALTO
Aire comprimido (CAES)	ALTA	MUY BAJA	MEDIA	BAJA	BAJA	MEDIO	MUY BAJA	BAJA	ALTO
Volante de inercia (FES)	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA	ALTA	BAJO	MUY ALTA	BAJA	BAJO
Supercondensador	MUY BAJA	BAJA	BAJA	MUY ALTA	MUY ALTA	MUY BAJO	ALTA	BAJA	BAJO
Pila de hidrógeno	MEDIA	MUY ALTA	MUY ALTA	BAJA	MUY BAJA	BAJO	MUY BAJA	BAJA	ALTO
Almacenamiento térmico (TES)	ND*	ALTA	ALTA	BAJA	ND*	MUY ALTO	BAJA	BAJA	MEDIO
Batería plomo-ácido	MEDIA	MEDIA	MEDIA	ALTA	MEDIA	MUY BAJO	BAJA	BAJA	MEDIO
Batería lón-litio	BAJA	ALTA	ALTA	MUY ALTA	MEDIA	MUY BAJO	BAJA	BAJA	MEDIO
Batería NaS	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA	ND*	MUY BAJA	BAJA	ALTO
Batería NiCd	BAJA	ALTA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MUY BAJO	MUY BAJA	BAJA	MEDIO
Batería de flujo redox de Vanadio (VRB) convencional	MEDIA	BAJA	MEDIA	ALTA	MEDIA	MUY BAJO	BAJA	MEDIA	ALTO
Batería HydraRedox	ALTA	MEDIA	MEDIA	ALTA	ALTA	MUY BAJO	MUY BAJA	ALTA	ALTO
Batería de flujo de Zinc-Bromo (ZnBr)	BAJA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	BAJA	MUY BAJO	BAJA	MEDIA	ALTO

Fuente: (twenergy, 2017)

2.2.5 FACTIBILIDAD FINANCIERA

El análisis de factibilidad financiera es una evaluación que demuestra si el negocio puede ponerse en marcha y mantenerse, mostrando evidencias de que se ha planeado cuidadosamente, contemplado los problemas que involucra y mantenerlo en funcionamiento. En otras palabras, identifica y mide cuáles son las posibilidades reales que tiene un proyecto de estar a flote y de generar, desde la perspectiva financiera. (González, 2015)

2.2.5.1 FLUJO DE CAJA

Para poder realizar la evaluación financiera de un proyecto es necesario conocer la inversión que se va a realizar, los gastos y costos, y los ingresos que se van a obtener, ya sean éstos de forma operacional o no operacional, es decir, que provengan o no del objeto social del proyecto,

conociéndose la información durante los períodos de vida útil del proyecto, o al menos durante el lapso de tiempo que se desea analizar. Este flujo de dinero es llamado flujo de caja o flujo de efectivo, el cual servirá, para realizar el análisis financiero de un proyecto o la comparación entre dos o más proyectos. El flujo de caja es un esquema que presenta sistemáticamente los ingresos y egresos registrados año por año, mes por mes o en general período a período. (Acuña, s.f.)

Una vez calculado el flujo de caja, se pueden aplicar herramientas como el Valor Presente Neto (VPN) o la Tasa Interna de Retorno (TIR), para determinar la factibilidad del proyecto de inversión, en este caso se utilizará la TIR. (Acuña, s.f.)

El flujo de caja se compone de los siguientes elementos:

1. Los costos de inversión o montaje del proyecto (costos iniciales).
2. Los ingresos de operación (beneficios).
3. Los costos de operación (egresos).
4. El valor de salvamento, residual o de desecho de los activos del proyecto. (Acuña, s.f.)

Para el cálculo del VPN o la TIR se deben estimar los flujos de caja actuales y futuros durante el período de evaluación del proyecto. Con el objetivo de estimar los flujos futuros, se utilizan técnicas estadísticas para predecir el comportamiento de la oferta, la demanda y el precio de venta de los productos o servicios. Las organizaciones emplean los pronósticos para proyectar la demanda buscando estimar los beneficios futuros tomando como base los datos históricos, dado un período de tiempo, y algunos supuestos. (Acuña, s.f.)

Los datos históricos que se utilizan se denominan información base, la cual es un conjunto de observaciones numéricas efectuadas a lo largo del tiempo. Esta información debe ser:

1. Ordenada cronológicamente (más antigua - más reciente)
2. Los períodos de información deben tener igual duración (datos diarios o semanales o mensuales, - no mezclarlos).

3. Las observaciones provienen del mismo punto en cada período (la misma fuente y obtenidas en el mismo momento - los días viernes, último día de diciembre, etc.).
4. No se permite tener faltante de información, dado el caso se puede estimar a través de un promedio entre los datos inmediatamente anterior y posterior al faltante. (Acuña, s.f.)

Con las anteriores características, el pronóstico se acerca mucho más a la realidad, siendo, por lo tanto, de mayor utilidad. (Acuña, s.f.) El flujo de caja del conjunto de costos e ingresos a lo largo del tiempo de evaluación según se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Estructura del flujo de caja

Flujo	Concepto
+	Ingresos
-	Costos de producción
=	Utilidad marginal
-	Costos administrativos
-	Costos de venta
-	Costos financieros
=	Utilidad Bruta
-	Impuestos
=	Utilidad neta
+	Depreciación
+	Amortización
-	Pago a deuda principal
=	Flujo neto de caja

Fuente: (Urbina, 2010)

2.2.5.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Este concepto denominado también como tasa interna de rendimiento o rentabilidad se define como aquella tasa de interés en que se igualan los valores actuales o presentes de los ingresos esperados del proyecto con los egresos de este. Es decir, la TIR es aquella en la que el VPN es igual a cero. (Acuña, s.f.)

La TIR, lo mismo que el VPN, tiene en cuenta todos los flujos de caja de un proyecto y se ajusta al valor del dinero a través del tiempo. El resultado de la TIR se expresa como un porcentaje y no como un valor monetario. La TIR supone que los flujos del proyecto son reinvertidos, por lo tanto, mide la rentabilidad del dinero mantenido dentro del proyecto. (Acuña, s.f.)

Cuando se toman decisiones de inversión la TIR del proyecto evaluado se compara con la tasa de rendimiento requerida por la gerencia. Esta tasa se conoce como tasa crítica de rentabilidad o tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR). Si la TIR del proyecto es mayor o igual a la tasa requerida por la dirección, entonces, se considera como un proyecto financieramente viable.

Este método tiene gran aceptación por las siguientes razones:

1. Se ajusta al valor del dinero a través del tiempo.
2. Se concentra en todos los flujos de caja (ingresos y egresos) asociados al proyecto.
3. Describe los proyectos en términos de una tasa de rendimiento. Esto facilita su comparación con otras alternativas de inversión y con respecto a la tasa mínima requerida por la organización. (Acuña, s.f.)

Los principales problemas de este método son:

1. La TIR es una cifra porcentual, por lo tanto, no refleja el cambio de valor de la firma por efecto del proyecto. Se pueden encontrar proyectos con altas TIR y pequeños incrementos en el valor de la compañía y proyectos con resultados inversos. Si el objetivo fundamental de la organización es maximizar su valor, entonces lo más importante es conocer el monto en que se modifica el valor de la firma, como resultado de desarrollar el proyecto calculado. Esto se mide con el VPN.
2. Un proyecto puede tener varias TIR, dependiendo de los cambios de sentido o de dirección de los flujos de caja que conforman el diagrama de flujo; en este caso pueden existir varias tasas de descuento que igualan a 0 el VPN. La cantidad potencial de TIR es igual al número de cambios de sentido en los flujos de fondos. (Acuña, s.f.)

2.2.5.3 INFLACIÓN

La inflación se define como el alza sostenida en el nivel general de precios, y la tasa de inflación como la tasa del incremento de los precios de período a período. La inflación implica que los precios en general están aumentando, y así como el precio de los costos (por ejemplo, los insumos) se incrementa, también los ingresos crecen. En la evaluación de proyectos se debe tener en cuenta que, si aumenta el precio de los insumos en un determinado porcentaje e igualmente se incrementan en la misma proporción los ingresos, la tasa de rentabilidad del proyecto permanece constante. (Acuña, s.f.)

La existencia de la inflación hace que el inversionista busque que la inversión del dinero mantenga su poder adquisitivo, y, además, que le genere un beneficio real. Por lo anterior, el costo de oportunidad del inversionista posee dos componentes: el real, que se refiere a recuperar el poder adquisitivo de la moneda (inflación), y la compensación por aplazar la utilización de su dinero. (Acuña, s.f.)

Para evaluar un proyecto de inversión pueden manejarse tanto precios constantes o reales como precios corrientes o nominales. Si se trabaja con precios corrientes la TIR que hallaríamos sería una tasa nominal (posee la tasa real junto con la tasa de la inflación), mientras que al evaluar con precios reales o constantes obtendríamos directamente la TIR real (sin efecto de la inflación). (Acuña, s.f.)

2.2.5.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se denomina análisis de sensibilidad (AS) al procedimiento por medio del cual se puede determinar cuánto se afecta (cuán sensible es) la TIR ante cambios en determinadas variables del proyecto. El proyecto tiene una gran cantidad de variables, como son los costos totales, divididos como se muestra en un estado de resultados, ingresos, volumen de producción, tasa y cantidad de financiamiento, etc. El AS no está encaminado a modificar cada una de estas variables para observar su efecto sobre la TIR. De hecho, hay variables que al modificarse afectan automáticamente a las demás o su cambio puede ser compensado de inmediato. (Urbina, 2010)

Por ejemplo, no sería un buen AS modificar el precio de la materia prima y ver su efecto sobre la TIR ni alterar alguno de los costos de producción, administración o ventas en forma aislada para observar ese cambio, ya que dependen del empresario y puede compensarlos de inmediato con sólo aumentar el precio de venta, siempre y cuando se trate de productos con precio no controlado por el gobierno. (Urbina, 2010)

Por otro lado, hay variables que están fuera de control del empresario y sobre ellas sí es necesario aplicar un AS. La primera de estas variables es el volumen de producción, la cual afectaría directamente los ingresos de la compañía. Los pronósticos de venta han sido calculados ajustando una serie de datos históricos, obteniendo una ecuación que permite pronosticar cuál será el futuro volumen de ventas. Sin embargo, estas predicciones pueden no siempre resultar tal como se espera, es por eso que el AS estaría encaminado a determinar cuál sería el volumen mínimo de ventas que debería tener la empresa para ser económicamente rentable. (Urbina, 2010)

Otro factor que queda fuera del control del empresario es el nivel de financiamiento y la tasa de interés de éste, ya que, afecta los flujos de efectivo y, por tanto, la TIR. De este modo, sería interesante observar las variaciones de la TIR ante variaciones dadas del nivel y la tasa de financiamiento. (Urbina, 2010)

2.2.6 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS DE LOS SAE

La vida útil, el coste de operación y mantenimiento y el coste de desmantelamiento son parámetros muy importantes en el caso del almacenamiento a gran escala. Por ejemplo, las baterías de plomo-ácido tienen bajos costes de potencia y energía, pero por su alto coste de mantenimiento y su corta vida útil no son muy adecuadas para la aplicación a media y gran escala. (twenergy, 2017)

Las tecnologías con mayor grado de desarrollo en la actualidad son el bombeo hidroeléctrico y las baterías de plomo-ácido. No obstante, si para cada una de estas tecnologías, consideramos tanto aspectos técnicos como económicos, podemos decir que a día de hoy la

tecnología HydraRedox sería la mejor posicionada como sistema de almacenamiento a media y gran escala. (twenergy, 2017)

Características económicas:

1. Vida útil (años): la duración de la tecnología es un indicador importante desde el punto de vista económico ya que, a menor vida útil, mayor coste de mantenimiento y reposición.
2. Costes de potencia (\$/kW): se trata del capital necesario para el desarrollo de la instalación de una capacidad determinada.
3. Coste de energía (\$/kWh): refleja el coste por kWh producido.
4. Coste de operación y mantenimiento (\$/kW/año): este indicador debe considerarse en el cálculo del coste total de la instalación, además del capital inicial.
5. Coste de desmantelamiento (\$/kW + \$/kWh): hace referencia al coste de eliminación o reciclaje de una instalación al final de su vida útil.
6. Nivel de desarrollo: es un indicador del grado de comercialización, los riesgos técnicos y los beneficios económicos de la tecnología. (twenergy, 2017)

En la tabla 3 se muestra un resumen de las tecnologías de almacenamiento de energía y sus características económicas.

Tabla 3. Comparativo de características económicas de sistemas almacenamiento de energía.

Tecnología	Vida útil	Coste de potencia	Coste de Energía	Coste operación y mantenimiento	Coste desmantelamiento instalación	Nivel de desarrollo
Bombeo hidroeléctrico (PHS)	MUY ALTA	MUY ALTO	BAJO	BAJO	ALTO	MUY ALTO
Aire comprimido (CAES)	ALTA	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Volante de inercia (FES)	MEDIA	BAJO	MUY ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Supercondensador	ALTA	BAJO	ALTO	BAJO	MEDIO	MUY BAJO
Pila de hidrógeno	MEDIA	ALTO	MUY BAJO	MUY BAJO	MEDIO	MUY BAJO
Almacenamiento térmico (TES)	ALTA	BAJO	MUY BAJO	ND*	ALTO	BAJO
Batería plomo-ácido	BAJA	BAJO	BAJO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
BateríaIÓN-Litio	BAJA	ALTO	ALTO	ND*	ALTO	MUY BAJO
Batería NaS	MEDIA	ALTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO
Batería NiCd	MEDIA	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO
Batería de flujo redox de Vanadio (VRB) convencional	MEDIA	MEDIO	MEDIO	ALTO	BAJO	BAJO
Batería HydraRedox	ALTA	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	ALTO
Batería de flujo de Zinc-Bromo (ZnBr)	BAJA	ALTO	MEDIO	ND*	MEDIO	MUY BAJO

Fuente: (twenergy, 2017)

2.3 CONCEPTUALIZACIÓN

En este apartado se analiza los conceptos fundamentales y las dimensiones e indicadores de las variables definidas a lo largo de la investigación.

2.3.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Esta variable representa la consecuencia de la situación que se estudia. En este caso la variable dependiente es la Tasa Interna de Retorno (TIR).

2.3.1.1 TASA INTERNA DE RETORNO

La TIR de la inversión es la tasa de interés a la que el valor actual neto de los costos de inversión (los flujos de caja negativos) es igual al valor presente neto de los beneficios (flujos positivos de efectivo) de la inversión. Las tasas internas de retorno se utilizan habitualmente para

evaluar la conveniencia de las inversiones o proyectos. Cuanto mayor sea la tasa interna de retorno de un proyecto, más deseable será llevar a cabo el proyecto. Suponiendo que todos los demás factores iguales entre los diferentes proyectos, el proyecto de mayor TIR probablemente sería considerado el primer y mejor realizado. (Enciclopedia Financiera, s.f.)

La TIR se calcula dejando como incógnita i y variándola hasta satisfacer la igualdad de la ecuación 1.

$$0 = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n * VS}{(1+i)^n} \quad (1)$$

En donde:

P = Inversión inicial

FNE = Flujo neto de efectivo

i = Tasa interna de retorno

El criterio de aceptación que emplea el método de la TIR es: si ésta es mayor que la TMAR, acepte la inversión; es decir, si el rendimiento de la empresa es mayor que el mínimo fijado como aceptable, la inversión es económicamente rentable. (Urbina, 2010)

2.3.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

Son las variables que se miden, estudian o manipulan para determinar su relación con la variable dependiente.

2.3.2.1 RADIACIÓN SOLAR

La radiación es la transferencia de energía por ondas electromagnéticas. La radiación se produce directamente desde la fuente hacia fuera en todas las direcciones. Estas ondas no necesitan un medio material para propagarse, pueden atravesar el espacio interplanetario y llegar a la Tierra desde el Sol. La energía solar es responsable directamente o indirectamente de aspectos tan importantes para la vida como la fotosíntesis, el mantenimiento de una temperatura del planeta

compatible con la vida, del viento, etc. La energía solar que llega a la superficie terrestre es 10,000 veces mayor que la energía consumida actualmente por toda la humanidad. (Energía Solar, 2017)

Esta variable se utilizará para dimensionar la planta solar y su sistema de baterías. Su grado de afectación es positivo, ya que al incrementarse esta, se produce más energía que se puede vender.

2.3.2.2 CAPACIDAD DEL SISTEMA DE BATERÍAS

Es la energía máxima que puede almacenar una batería eléctrica y que puede ser extraída de ella como energía eléctrica por conexión de receptores entre sus bornes. Por tanto, la unidad de capacidad de una batería es el julio. Sin embargo, como esa energía es $W=q \cdot e$, la capacidad de las baterías se da a menudo citando su fuerza electromotriz e y la carga q que debe pasar por su interior desde su terminal positivo a su terminal negativo para que almacene esa energía. (Quíntela & Redondo, s.f.)

La fórmula básica para calcular el tamaño de batería se obtiene multiplicando el número de días de autonomía por el consumo diario y dividido por la máxima profundidad de descarga, tal como se puede ver en la ecuación 2. (Abella, s.f.)

$$\text{Capacidad de batería} = \frac{\text{No. días de autonomía} * \text{Consumo diario}}{\text{Máxima profundidad de descarga}} \quad (2)$$

Esta fórmula básica para el cálculo de la capacidad de batería ha de ser modificada por factores que afecten la capacidad de batería y la máxima profundidad de descarga. Un primer factor que se ha de tener en cuenta es el hecho de que las baterías pierden capacidad cuando las temperaturas son muy bajas. Este factor de corrección por temperatura depende del régimen de descarga. A su vez la capacidad de la batería también varía con el régimen de descarga (la capacidad de la batería es mayor a corrientes de descarga muy bajas). El régimen de descarga medio puede obtenerse como se muestra en la ecuación 3. (Abella, s.f.)

Régimen descarga medio (horas)

$$= \frac{\text{No. días de autonomía} * \text{Tiempo operación de cargas}}{\text{Máxima profundidad de descarga}} \quad (3)$$

Donde el tiempo medio de operación de las cargas es: 24 horas en el caso de un consumo constante diario, el tiempo de operación de la carga en el caso de un solo consumo, o un tiempo promedio de operación en el caso de varios consumos operando diferentes tiempos, el cual se puede calcular mediante la ecuación 4.

$$\text{Tiempo operación medio (horas)} = \frac{\sum \text{Consumos} * \text{Tiempo de operación}}{\sum \text{Consumos}} \quad (4)$$

El número de baterías conectadas en serie viene determinado por el cociente entre el voltaje nominal de las cargas del consumo y el voltaje nominal de la batería, según se aprecia en la ecuación 5.

$$\text{No. baterías serie} = \frac{\text{Voltaje nominal del sistema}}{\text{Voltaje nominal de batería}} \quad (5)$$

El número de baterías conectadas en paralelo viene determinado por el cociente entre la capacidad necesaria del conjunto de baterías y la capacidad nominal de una sola batería, según lo muestra la ecuación 6.

$$\text{No. baterías paralelo} = \frac{\text{Capacidad del banco de baterías}}{\text{Capacidad de una batería}} \quad (6)$$

Como regla general se recomienda que no se conecten más de cuatro baterías en paralelo y si es posible evitar las conexiones de baterías en paralelo (Abella, s.f.). El grado de afectación de esta variable es negativo, ya que al aumentar disminuye la TIR.

2.3.2.3 EFICIENCIA DE LA PLANTA

El uso eficiente de la energía es reducir la cantidad de energía eléctrica y de combustibles que utilizamos, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios. Usualmente dicha reducción en el consumo de energía se asocia a un cambio tecnológico. (Agencia Chilena de Eficiencia Energética, s.f.)

En este caso, se deben considerar paneles solares, inversores, transformadores y baterías con alta eficiencia energética, tratando de mantener un balance con los costos. Su grado de afectación es positivo, porque al incrementarse la eficiencia de la planta se necesita una planta más pequeña para suministrar una cantidad de potencia dada.

2.3.2.4 VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS

El concepto de vida útil de un activo hace referencia al periodo de tiempo durante el cual se espera que un determinado activo de una empresa contribuya a la generación de ingresos. Para determinar la vida útil de un activo hay que tener en consideración el desgaste por el uso, la participación de factores naturales, los cambios en la demanda de los bienes o servicios a cuya producción o suministro colabora, así como la posible obsolescencia a consecuencia de los avances tecnológicos. (Economíasimple.net, 2016)

La vida útil de los paneles solares, inversores, sistema de baterías, transformadores, cableado y otros equipos auxiliares tienen un papel importante en la rentabilidad de una planta solar. Su grado de afectación es positivo, ya que permite evaluar el proyecto a un mayor período de tiempo sin necesidad de reemplazar equipos.

2.3.2.5 PRECIO DE VENTA DE LA ENERGÍA

Es el valor que los consumidores finales están dispuestos a pagar por el servicio eléctrico. En el caso específico de Roatán, actualmente solo RECO presta este servicio, por lo que el precio de venta de la energía que la planta solar con sistema de baterías debe mejorar es precisamente el

que ofrece RECO. De esta forma logrará ser competitiva y ganar abonados, lo que es imprescindible para este tipo de proyectos. El grado de afectación de esta variable es positivo, ya que es la única fuente de ingresos del proyecto y al incrementarse suben las ganancias del mismo.

2.3.2.6 INGRESOS

Un ingreso es un incremento de los recursos económicos. Éste debe entenderse en el contexto de activos y pasivos, puesto que es la recuperación de un activo. Los ingresos suponen incrementos en el patrimonio neto de tu empresa. Puede tratarse del aumento del valor de tus activos o la disminución de un pasivo. Sin embargo, no se contemplan las aportaciones de socios o propietarios, puesto que se entienden que es algo que la empresa debe devolver con el tiempo. La empresa en su actividad comercial recibe dinero por prestar sus servicios o vender sus productos. De esta manera, se incrementa el patrimonio empresarial. Por ello, los ingresos, ya sean monetarios o no, se enmarcan en la ecuación de consumo y ganancia. (debitoor, s.f.)

Dentro del flujo de caja deben estar reflejados los ingresos percibidos por la venta o alquiler de los productos o prestación de servicios del proyecto, anotando tanto los ingresos operativos como los financieros (aquellos recibidos por inversiones financieras).

En algunos casos puede encontrarse que no se perciben ingresos, ya que no se produce producto alguno o se presta un servicio. También es posible que se modifique la forma de producir determinado bien o servicio, sin cambiar los ingresos, lo que permitiría fijarse en los costos generados por el proyecto para analizarlo mejor. En los anteriores casos los ingresos estarían conformados por los ahorros o beneficios que produce llevar a cabo el proyecto de inversión. (Acuña, s.f.)

Para esta investigación los ingresos provendrán de la venta de la energía eléctrica generada por la planta y el grado de afectación de esta variable es positivo.

2.3.2.7 INVERSIÓN INICIAL

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo. (Urbina, 2010)

Se entiende por activo tangible (que se puede tocar) o fijo, a los bienes propiedad de la empresa, como terrenos, edificios, maquinaria, equipo, mobiliario, vehículos de transporte, herramientas y otros. Se le llama fijo porque la empresa no puede desprenderse fácilmente de él sin que ello ocasione problemas a sus actividades productivas (a diferencia del activo circulante). (Urbina, 2010)

Se entiende por activo intangible al conjunto de bienes propiedad de la empresa, necesarios para su funcionamiento, y que incluyen: patentes de invención, marcas, diseños comerciales o industriales, nombres comerciales, asistencia técnica o transferencia de tecnología, gastos preoperativos, de instalación y puesta en marcha, contratos de servicios (como luz, teléfono, internet, agua, corriente trifásica y servicios notariales), estudios que tiendan a mejorar en el presente o en el futuro el funcionamiento de la empresa, como estudios administrativos o de ingeniería, estudios de evaluación, capacitación de personal dentro y fuera de la empresa, etcétera. (Urbina, 2010)

Para esta investigación los costos de inversión implican la compra de terrenos, compra de equipos y materiales necesarios para el funcionamiento de la planta, permisos ambientales y de operación, costos de construcción y supervisión, entre otros. Su grado de afectación es negativo, porque al incrementarse los costos, disminuyen las ganancias percibidas por el proyecto y los inversionistas.

2.3.2.8 COSTOS

Costo es una palabra muy utilizada, pero nadie ha logrado definirla con exactitud debido a su amplia utilización, sin embargo, se puede decir que el costo es un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el presente, en el futuro o en forma virtual.

2.3.2.8.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Se trata del conjunto de los gastos que son necesarios para producir un servicio o un bien. El costo de producción, por lo tanto, está formado por todas las inversiones que una empresa debe realizar para seguir en funcionamiento y producir aquello que comercializa. (Pérez, 2017)

Los costos de producción no son más que un reflejo de las determinaciones realizadas en el estudio técnico. Un error en el costo de producción generalmente es atribuible a errores de cálculo en el estudio técnico. El proceso de costeo en producción es una actividad de ingeniería, más que de contabilidad, si se determina que el proceso productivo requiere de 25 obreros y sucede que cuando arranca la planta se observa que son insuficientes y que aún faltan tres trabajadores más, la responsabilidad no será de contabilidad, que se concretó a anotar el salario de los trabajadores que se le solicitaron. El método de costeo que se utiliza en la evaluación de proyectos se llama costeo absorbente. Esto significa que, por ejemplo, en el caso del cálculo del costo de la mano de obra se agrega al menos 35% de prestaciones sociales al costo total anual, lo que significa que no es necesario desglosar el importe específico de cada una, sino que en una sola cifra de 35% se absorben todos los conceptos que esas prestaciones implican. (Urbina, 2010)

Los costos de producción de una planta solar (incluso las que poseen almacenamiento de energía) son relativamente bajos, pues solo se necesitan unas pocas personas para funcionar si la instalación se hace correctamente y los costos de mantenimiento son muy bajos. Otro costo asociado es la energía que la planta consume para su funcionamiento (servicio propio), agua, internet, entre otros. Su grado de afectación es negativo por la misma razón citada en los costos de inversión.

2.3.2.8.2 COSTOS DE ADMINISTRACIÓN

Son, como su nombre lo indica, los costos que provienen de realizar la función de administración en la empresa. Sin embargo, tomados en un sentido amplio, no sólo significan los sueldos del gerente o director general, los contadores, auxiliares y secretarías, sino que también los gastos generales de oficina. Una empresa de cierta envergadura puede contar con direcciones o gerencias de planeación, investigación y desarrollo, recursos humanos y selección de personal, relaciones públicas, finanzas o ingeniería (aunque este costo podría cargarse a producción). Esto implica que fuera de las otras dos grandes áreas de una empresa, que son producción y ventas, los gastos de todos los demás departamentos o áreas (como los mencionados) que pudieran existir en una empresa se cargarán a administración y costos generales. También deben incluirse los correspondientes cargos por depreciación y amortización. (Urbina, 2010)

En este caso los costos administrativos son bajos debido a que estas plantas necesitan muy pocas personas en cargos administrativos una vez que ya están en operación, con un director general y unos pocos contadores es suficiente. El grado de afectación de esta variable es negativo, porque al subir su valor, quedan menos ganancias.

2.3.2.8.3 COSTOS DE VENTA

En ocasiones el departamento o gerencia de ventas también es llamado de mercadotecnia. En este sentido vender no significa sólo hacer llegar el producto al intermediario o consumidor, sino que implica una actividad mucho más amplia. Mercadotecnia abarca entre otras actividades, la investigación y el desarrollo de nuevos mercados o de nuevos productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores; estratificación del mercado; cuotas y el porcentaje de participación de la competencia en el mercado; publicidad y tendencia de las ventas. (Urbina, 2010)

Los costos de venta de una planta solar son muy bajos, ya que, no necesitan publicidad o innovar, solamente necesitan una cantidad de clientes a los que puedan vender la energía eléctrica. Por otro lado, en el caso de la isla de Roatán donde RECO ha expandido las líneas de distribución,

es probable que esta empresa cobre peaje por el uso de dichas líneas, estos costos afectan negativamente a la variable dependiente.

2.3.2.8.4 COSTOS FINANCIEROS

Son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo. Algunas veces estos costos se incluyen en los generales y de administración, pero lo correcto es registrarlos por separado, ya que un capital prestado puede tener usos muy diversos y no hay por qué cargarlo a un área específica. (Urbina, 2010)

Su grado de afectación es negativo, ya que al incrementarse se debe pagar más impuestos por cierta cantidad de dinero.

2.3.2.9 DEPRECIACIÓN

Cuando se compra un activo, como ya se mencionó, la empresa no varía su nivel de riqueza y, por lo tanto, no hay un efecto sobre los impuestos a las utilidades. Pero, al transcurrir el tiempo, el activo va perdiendo valor y, en consecuencia, hace disminuir la riqueza de la empresa. El fisco reconoce esta pérdida, a la que define como depreciación, y establece la posibilidad de descontarla de utilidades en varios periodos futuros, explicitando distintas formas para su cálculo. (Chain, 2011)

Debido a que la depreciación en sí no constituye un desembolso de caja, lo único relevante para la evaluación del proyecto es el efecto tributario de la depreciación de los activos. El efecto tributario está dado solo por el porcentaje del impuesto vigente sobre el valor de la depreciación (Chain, 2011). El grado de afectación de esta variable es positivo, porque se utiliza como escudo fiscal para tributar menos impuestos.

2.3.2.10 AMORTIZACIÓN DE UN ACTIVO

El mismo concepto de depreciación se aplica a los intangibles con el nombre de “amortización de los activos intangibles” y tiene igual efecto sobre el flujo de caja que la

depreciación. Es decir, se resta para calcular la utilidad antes de impuestos y se suma con posterioridad al cálculo del impuesto para anular su efecto, por no constituir un egreso real de caja. (Chain, 2011)

El grado de afectación de esta variable es positivo, ya que sirve como escudo fiscal y al incrementarse se pagan menos impuestos al gobierno.

2.3.2.11 AMORTIZACIÓN DE UN PASIVO

La obligación de devolver un préstamo recibido de un banco es un pasivo, cuyo importe se va reintegrando en varios pagos diferidos en el tiempo. La parte de capital (o principal) que se cancela en cada uno de esos pagos es una amortización. Los métodos más frecuentes para repartir el importe en el tiempo y segregar principal de intereses son el francés, alemán y el americano. Todos estos métodos son correctos desde el punto de vista contable y están basados en el concepto de interés compuesto. Las condiciones pactadas al momento de acordar el préstamo determinan cuál de los sistemas se utilizará (Samaue Ureña, 2009). A continuación, se presenta una descripción sobre estos tipos de amortización:

1. El sistema francés consiste en determinar una cuota fija. Mediante el cálculo apropiado del interés compuesto se segrega el principal (que será creciente) de los intereses (decrecientes).
2. El sistema alemán determina que la amortización de capital sea fija. Por lo tanto, los intereses y la cuota total serán decrecientes.
3. El sistema americano establece una sola amortización al final de un período, en el cual solo se pagan intereses. Al no haber pagos de capital, los intereses son fijos. (Samaue Ureña, 2009)

El grado de afectación de esta variable es positivo, ya que, al aumentar el plazo de amortización de la deuda para unas condiciones dadas, se incrementa la TIR.

2.3.2.12 CAPITAL DE TRABAJO

Desde el punto de vista contable el capital de trabajo se define como la diferencia aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante. Desde el punto de vista práctico, está representado por el capital adicional (distinto de la inversión en activo fijo y diferido) con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa; esto es, hay que financiar la primera producción antes de recibir ingresos; entonces, debe comprarse materia prima, pagar mano de obra directa que la transforme, otorgar crédito en las primeras ventas y contar con cierta cantidad en efectivo para sufragar los gastos diarios de la empresa. Todo esto constituiría el activo circulante. Pero, así como hay que invertir en estos rubros, también se puede obtener crédito a corto plazo en conceptos como impuestos y algunos servicios y proveedores, y esto es el pasivo circulante. De aquí se origina el concepto de capital de trabajo, es decir, el capital con que hay que contar para empezar a trabajar. (Urbina, 2010)

Aunque el capital de trabajo también es una inversión inicial, tiene una diferencia fundamental respecto de la inversión en activo fijo y diferido, y tal diferencia radica en su naturaleza circulante. Esto implica que mientras la inversión fija y la diferida pueden recuperarse por la vía fiscal, mediante la depreciación y la amortización, la inversión en capital de trabajo no puede recuperarse por este medio, puesto que, dada su naturaleza, la empresa se resarcirá de él a corto plazo. (Urbina, 2010)

Para esta investigación, el capital de trabajo será el necesario para cubrir con los costos operativos (pago de salarios y servicios necesarios) hasta que se reciban ingresos por concepto de venta de energía. Esta variable afecta negativamente a la variable dependiente debido a que al incrementarse disminuye el valor de la TIR.

2.3.2.13 COSTO DE CAPITAL

Para formarse cualquier empresa debe realizar una inversión inicial. El capital que forma esta inversión puede provenir de varias fuentes: sólo de personas físicas (inversionistas), de éstas con personas morales (otras empresas), de inversionistas e instituciones de crédito (bancos) o de

una mezcla de inversionistas, personas morales y bancos. Como sea que haya sido la aportación de capitales, cada uno de ellos tendrá un costo asociado al capital que aporte, y la nueva empresa así formada tendrá un costo de capital propio. Para explicar este concepto, suponga el caso más simple, cuando el capital necesario para llevar a cabo un proyecto es aportado totalmente por una persona física. Antes de invertir, una persona siempre tiene en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta, llamada tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR). Lo mismo sucede cuando el capital proviene de varias fuentes, cada aportación de capital tiene asociado un costo (Urbina, 2010). El costo de capital no afecta directamente a la Tasa Interna de Retorno.

2.3.2.14 TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR)

La TMAR que un inversionista le pediría a una inversión debe calcularla sumando dos factores: primero, debe ser tal su ganancia que compense los efectos inflacionarios y, en segundo término, debe ser un premio o sobretasa por arriesgar su dinero en determinada inversión. Cuando se evalúa un proyecto en un horizonte de tiempo de cinco años, la TMAR calculada debe ser válida no sólo en el momento de la evaluación, sino durante los cinco años (Urbina, 2010). Esta variable no afecta directamente a la TIR.

2.3.2.15 INFLACIÓN

La inflación, en economía, es el incremento sostenido y generalizado de los precios en los bienes y servicios. Las causas que la provocan son variadas, aunque destacan el crecimiento del dinero en circulación, que favorece una mayor demanda, o del costo de los factores de la producción (materias primas, energía, salarios, etc.). Si se produce una baja continua de los precios se denomina deflación.

Un proyecto no es factible nada más porque su ingreso futuro será superior a la inversión que se hace. El éxito depende del valor relativo del dinero u otros beneficios hoy y en el futuro (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, s.f.). La inflación afecta de forma negativa la variable dependiente, ya que provoca que el poder adquisitivo del dinero disminuya.

2.3.2.16 IMPUESTOS

Los impuestos son prestaciones, hoy por lo regular en dinero, al Estado y demás entidades de derecho público, que las mismas reclaman, en virtud de su poder coactivo, en forma y cuantía determinadas unilateralmente y sin contraprestación especial con el fin de satisfacer las necesidades colectivas. (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, s.f.)

Los impuestos normalmente se clasifican en:

1. Impuestos directos: Son los que gravan directamente las fuentes de riqueza, la propiedad o la renta. Son el impuesto sobre la renta, el impuesto sobre el patrimonio, el impuesto de sucesiones, la contribución rústica y urbana (o impuesto sobre bienes inmuebles), los impuestos sobre la posesión de vehículos (Impuesto de la tenencia o uso de vehículos, Impuesto sobre vehículos de tracción mecánica), animales, etc.
2. Impuestos indirectos: Son los que gravan el consumo. Su nombre indica en que no afecta de manera directa los ingresos de un contribuyente, sino que recae sobre el costo de algún producto o mercancía. El impuesto indirecto más importante es el impuesto al valor agregado o IVA el cual constituye una parte importante de los ingresos tributarios en muchos países del mundo (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, s.f.).

El grado de afectación de esta variable es negativo, porque al incrementarse el pago de impuestos, disminuye la TIR.

2.3.2.17 TASA DE INTERÉS

El precio o valor del dinero es la tasa de interés, y como cualquier producto, su precio se determina por el equilibrio entre la oferta y la demanda. Si hay mucho dinero en una economía, las tasas de interés tienden a bajar y, desde luego, si el dinero es escaso, las tasas de interés tienden a subir. Es claro que este punto entra en contradicción con otros. Si un país ejerce un estricto control fiscal en sus gastos, tendrá que controlar el dinero circulante en la economía y si el dinero es escaso, subirán ligeramente las tasas de interés, lo cual a su vez atraerá a capitales extranjeros

que buscan, precisamente, altas tasas de interés para invertir en una economía de baja inflación con gastos gubernamentales controlados (Urbina, 2010).

La tasa de interés del préstamo es un factor importante para la evaluación financiera de este proyecto, ya que posee una estructura de capital de 70% deuda y 30% de capital del inversionista. El grado de afectación de esta variable es negativo, ya que al incrementarse esta, disminuye la TIR.

En la figura 12 se muestra la relación entre las variables independientes con la variable dependiente y su grado de afectación.

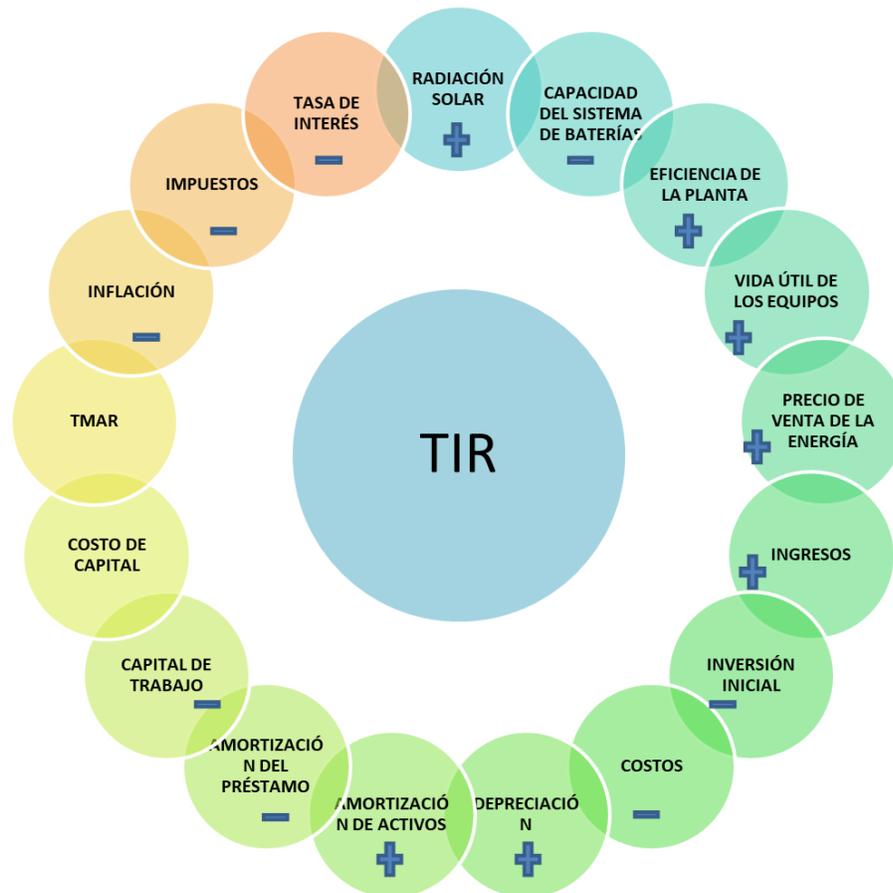


Figura 12. Relación entre variable dependiente y variables independientes.

Fuente: Elaboración propia.

2.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

2.4.1 TÉCNICAS

2.4.1.1 RECOLECCIÓN DE DOCUMENTOS

La recopilación documental o recolección de documentos es una técnica de investigación general cuya finalidad es obtener datos e información a partir de fuentes documentales con el fin de ser utilizados dentro de los límites de una investigación en concreto. (Torrealba & Rodríguez, 2009)

Ninguna guía de recopilación puede suministrar una orientación detallada del material a recopilar indicando qué documentos son importantes y cuáles no lo son, ello depende de las habilidades del investigador, de su experiencia y capacidad para descubrir los indicios que permitan ubicarlos. En este aspecto, el autor depende exclusivamente de sus fuentes, que son el punto de partida y representan la experiencia que existe sobre el tema. La calidad de las mismas hará del trabajo especializado un éxito o un fracaso. Lo fundamental es tener siempre presente la finalidad de la investigación, pues ello permitirá juzgar lo que es apropiado o aprovechable en el tema específico que se esté investigando. Cuando se busca documentación se produce el proceso el cual se basa específicamente en que un documento remite a otro y así sucesivamente, con lo que se pueden encontrar pistas interesantes para el desarrollo de la investigación. (Torrealba & Rodríguez, 2009)

Existe una amplia variedad y diversidad de documentos utilizables para una investigación, tales como:

1. Documentos escritos: Se trata de documentos de muy variada índole, desde fuentes históricas (escritos, objetos, restos, testimonios directos, entre otros) hasta la prensa (diarios, revistas, semanarios, boletines, entre otros).

2. Documentos estadísticos o numéricos: Son aquellos documentos que se obtienen a través de censos y estadísticas con los cuales se puede recopilar información referente a la investigación que se esté realizando.
3. Documentos cartográficos: Este tipo de documentos son mapas de distintos tipos entre ellos están los mapas de división, hidrográficos, de relieve, climatológicos, entre otros.
4. Documentación oral o fonética: Estos son fuentes de documentación en las que se registran y conservan discursos, conferencias, canciones, reportajes y todo tipo de sonidos. (Torrealba & Rodríguez, 2009)

2.4.1.2 SIMULACIONES EN PROGRAMAS COMPUTACIONALES

La simulación es la imitación del funcionamiento de un sistema real durante un intervalo de tiempo. Esta simulación puede realizarse ya sea de forma manual o computacional. La simulación se basa en un modelo de la realidad que cuenta una historia y al observar el comportamiento de esta, nos permite obtener conocimiento acerca del sistema real. El comportamiento de la simulación está determinado por el modelo de simulación o conjunto de supuestos concernientes al sistema real, estos supuestos se expresan a través de relaciones lógicas y matemáticas entre las entidades.

A pesar de la disponibilidad de lenguajes de simulación de propósitos específicos, y el aumento de la capacidad computacional masiva a bajo costo, la simulación no es siempre recomendable. A continuación, se muestra una lista de casos en que la simulación es una técnica apropiada:

1. La simulación permite el estudio y experimentación con las interacciones internas de un sistema complejo.
2. Permite ver los efectos que un cambio produce en el comportamiento de un sistema.
3. El conocimiento ganado en diseñar un modelo de simulación puede ser muy útil para sugerir mejoras en el sistema que se estudia.
4. La simulación sirve como herramienta pedagógica al permitir reforzar analíticamente soluciones teóricas.

5. Simulando diferentes capacidades de hardware para una máquina, se pueden determinar sus requerimientos. (EcuRed, 2018)

2.4.1.3 COTIZACIONES

La cotización de un valor mobiliario o un título valor es su aceptación como valor de negociación en un mercado bursátil y la consecuente tasación oficial de su valor en función de criterios predeterminados para la compra y venta. (ABC, 2018)

2.4.1.4 EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS

La evaluación financiera de proyectos es el proceso mediante el cual una vez definida la inversión inicial, los beneficios futuros y los costos durante la etapa de operación, permite determinar la rentabilidad de un proyecto. Tiene como propósito principal determinar la conveniencia de emprender o no un proyecto de inversión. (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, s.f.)

Existen dos métodos de evaluación financiera, los que reconocen que el momento en que entran y salen recursos (flujo de caja) es importante para la evaluación. Estos utilizan procedimientos de actualización o descuento de los flujos (métodos financieros). El otro grupo los constituyen aquellos métodos que no toman en consideración el impacto del tiempo en el flujo de fondos (métodos no financieros o estáticos). (Oramas, 2005)

En esta investigación se utilizarán métodos financieros, ya que son los que caracterizan de forma más realista el comportamiento de una inversión a través del tiempo.

2.4.1.5 MÉTODOS FINANCIEROS

2.4.1.5.1 VALOR PRESENTE NETO

El Valor Presente Neto (VPN) o Valor Actual Neto (VAN) es un indicador de recuperación de valores, ya que compara el valor presente de los beneficios futuros esperados de un proyecto

con el valor presente del costo esperado. Es el valor presente de los rendimientos futuros descontados al costo de capital de la empresa, menos el costo de la inversión y para su determinación se utiliza la ecuación 7. (Oramas, 2005)

$$VAN = -C_0 + \frac{C_1}{(1 + i_1)^1} + \frac{C_2}{(1 + i_2)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1 + i_n)^n} \quad (7)$$

En donde:

VAN = Valor actual neto

C_0 = Inversión inicial

$C_1 - C_n$ = Flujos netos de efectivo en cada período

i_n = Tasa de descuento apropiada o costo de capital del proyecto en cada período

n = Cantidad de períodos (vida útil esperada)

A los efectos del análisis del VAN, se aceptan los proyectos cuyo VAN sea positivo y si es negativo, debe ser rechazado, en tanto si dos o más proyectos son mutuamente excluyentes, deberá elegirse el que tenga el VAN más alto mientras mayor sea el valor del VAN más atractivo resulta. La ventaja fundamental de este método es que considera el valor del dinero en el tiempo y su inconveniente principal es la dificultad de especificar el tipo de descuento o de actualización, i_n , el cual debe considerar además del tipo de interés, el riesgo que representa el proyecto. (Oramas, 2005)

2.4.1.5.2 TASA INTERNA DE RETORNO

Este indicador es el máximo beneficio que puede esperarse del proyecto y se basa en obtener la tasa que iguale el valor presente de los beneficios con el costo (desembolso inicial), es decir, es la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero.

La TIR es la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos futuros de efectivo esperados, o ingresos, con el costo inicial del proyecto, que matemáticamente se expresa según la ecuación 8 donde i es un valor tal que la suma de los ingresos descontados sea igual al costo inicial del proyecto con lo que se iguala la ecuación a cero. También es conocida como Tasa crítica de

rentabilidad cuando se compara con la tasa mínima de rendimiento requerida (tasa de descuento) para un proyecto de inversión específico. (Oramas, 2005)

$$0 = -C_0 + \frac{C_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{C_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1 + TIR)^n} \quad (8)$$

En donde:

C_0 = Inversión inicial

$C_1 - C_n$ = Flujos netos de efectivo en cada período

TIR = Tasa interna de retorno

n = Cantidad de períodos (vida útil esperada)

La evaluación de los proyectos de inversión cuando se hace con base en la Tasa Interna de Retorno toma como referencia la tasa de descuento. Si la Tasa Interna de Retorno es mayor que la tasa de descuento, el proyecto se debe aceptar pues estima un rendimiento mayor al mínimo requerido, siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo. Por el contrario, si la Tasa Interna de Retorno es menor que la tasa de descuento, el proyecto se debe rechazar pues estima un rendimiento menor al mínimo requerido (Vaquiro, 2017). El criterio de selección de un proyecto, una vez obtenida la TIR a través de la resolución de la ecuación anterior se corresponde con uno de los tres casos siguientes:

1. $TIR > i$, y la inversión interesa.
2. $TIR = i$, y la inversión es indiferente.
3. $TIR < i$, y la inversión se rechaza.

2.4.1.6 ENTREVISTA

Una entrevista es un intercambio de ideas, opiniones mediante una conversación que se da entre una, dos o más personas donde un entrevistador es el designado para preguntar.

Una entrevista es recíproca, donde el entrevistado utiliza una técnica de recolección mediante una interrogación estructurada o una conversación totalmente libre; en ambos casos se

utiliza un formulario o esquema con preguntas o cuestiones para enfocar la charla que sirven como guía. Es por esto, que siempre encontraremos dos roles claros, el del entrevistador y el del entrevistado (o receptor). (Concepto.de, 2017)

El entrevistador es quien cumple la función de dirigir la entrevista mediante la dominación del diálogo con el entrevistado y el tema a tratar haciendo preguntas y a su vez, cerrando la entrevista. (Concepto.de, 2017)

2.4.2 HERRAMIENTAS

2.4.2.1 TEORÍA FUNDAMENTADA

En el proceso de analizar y comprender la complejidad propia del fenómeno a estudiar confluyen varios aspectos de diferente naturaleza. Entre estos se destaca tanto la visión del mundo y los intereses del investigador que lo conducirán a acercarse de una forma o de otra a los hechos, como las intrínsecas particularidades de la temática escogida.

En lo que respecta al investigador es evidente su activa participación no solo en la elección del problema sino en la metodología (“la forma de pensar la realidad social y de estudiarla”, Strauss & Corbin, 1998) con la que va a trabajar. En cuanto a la temática, ella se desarrolla con su complejidad y con el grado de profundidad con la cual ha sido estudiada por otros. (Universidad del Norte, 2015)

2.4.2.2 GOOGLE EARTH

Google Earth es un programa que permite viajar por todo el planeta a través de imágenes satelitales, planos, mapas y fotografías en 3D. Una oportunidad para observar la Tierra en forma deslumbrante y una herramienta de mucho valor para la enseñanza de la Geografía. (EcuRed, 2018)

Google Earth permite introducir el nombre de un hotel, colegio o calle y obtener la dirección exacta, un plano o vista del lugar. También se pueden visualizar imágenes vía satélite

del planeta. También ofrece características 3D como dar volumen a valles y montañas, y en algunas ciudades incluso se han modelado los edificios. La forma de moverse en la pantalla es fácil e intuitiva, con cuadros de mando sencillos y manejables. Además, es posible compartir con otros usuarios enlaces, medir distancias geográficas, ver la altura de las montañas, ver fallas o volcanes y cambiar la vista tanto en horizontal como en vertical. Google Earth también dispone de conexión con GPS (Sistema de Posicionamiento Global), alimentación de datos desde fichero y base de datos en sus versiones de pago. También tiene un simulador de vuelo de Google Earth bastante real con el que se puede sobrevolar cualquier lugar del planeta. (EcuRed, 2018)

2.4.2.3 RETSCREEN EXPERT

El software de análisis de proyectos de energía limpia RETScreen es el líder mundial en la toma de decisiones sobre proyectos de energía limpia. Está disponible en forma gratuita por el Gobierno de Canadá como reconocimiento de la necesidad de adoptar un enfoque integrado al abordar cambio climático y reducción de la contaminación. RETScreen reduce significativamente los costos (tanto financieros como de tiempo) asociados con la identificación y evaluación de proyectos energéticos potenciales. Estos costos, que surgen en la prefactibilidad, viabilidad, desarrollo, y etapas de ingeniería, pueden ser barreras importantes para el despliegue de tecnologías de energía renovable y eficiencia energética. RETScreen permite a los responsables de la toma de decisiones y a los profesionales determinar si una energía renovable propuesta, la eficiencia energética o proyecto de cogeneración tiene sentido financiero. Ya sea que un proyecto resulte o no viable, RETScreen ayudará a los que toman las decisiones a entender esto: rápidamente, inequívocamente, en un formato fácil de usar, y con un costo relativamente mínimo. (Natural Resources Canada, s.f.)

2.4.2.4 HOMER PRO

El software HOMER Pro de microrredes de HOMER Energy es el estándar mundial para optimizar el diseño de microrredes en todos los sectores, desde la energía de las aldeas y las islas hasta los campus conectados a la red y las bases militares. Homer Pro, o HOMER (Hybrid Optimization of Multiple Electric Renewables), simplifica la tarea de evaluar diseños tanto para

sistemas de energía conectados a la red como fuera de la red. Cuando se diseña un sistema de alimentación, se deben tomar muchas decisiones sobre la configuración del sistema, como, por ejemplo:

¿Qué componentes son los mejores para el sistema que se diseña?

¿Cuántos y qué tamaño de componentes son la combinación más eficiente para el sistema?

La gran cantidad de opciones tecnológicas, la variación en los costos y la disponibilidad de recursos energéticos dificultan estas decisiones. Los algoritmos de optimización y análisis de sensibilidad de HOMER facilitan la evaluación de muchas configuraciones de sistema posibles. (HOMER ENERGY, s.f.)

2.4.2.4.1 USO DE HOMER

Para usar HOMER, seleccione e ingrese información en el botón Diseño para proporcionar al modelo las entradas, incluidos los componentes (por ejemplo, generador, viento y solar), los costos de los componentes y la disponibilidad de recursos. También puede agregar nuevos componentes, recursos y cargas en el botón Biblioteca. (HOMER ENERGY, s.f.)

Al hacer clic en el botón Calcular, HOMER utiliza estas entradas para simular diferentes configuraciones del sistema, o combinaciones de componentes, y genera resultados que puede ver como una lista de configuraciones factibles ordenadas por costo actual neto bajo el botón Resultados. HOMER también muestra resultados de simulación en una amplia variedad de tablas y gráficos que lo ayudan a comparar configuraciones y evaluarlas según sus ventajas económicas y técnicas. Puede exportar las tablas y gráficos para usar en informes y presentaciones. (HOMER ENERGY, s.f.)

Puede seguir utilizando el modelo para realizar análisis de sensibilidad para explorar los efectos que los cambios en los factores, como la disponibilidad de recursos y las condiciones económicas, pueden tener sobre la relación costo-efectividad de las diferentes configuraciones del

sistema. Para realizar un análisis de sensibilidad, se debe proporcionar a HOMER valores de sensibilidad que describen un rango de disponibilidad de recursos y costos de componentes. HOMER simula cada configuración del sistema utilizando el rango de valores. Puede usar los resultados de un análisis de sensibilidad para identificar los factores que tienen el mayor impacto en el diseño y operación de un sistema de energía. También puede usar los resultados del análisis de sensibilidad de HOMER para responder preguntas generales sobre opciones de tecnología para informar la planificación y las decisiones de política. (HOMER ENERGY, s.f.)

2.4.2.5 HELIOSCOPE

HelioScope es una herramienta basada en web, por lo que no hay software para descargar y puede usarlo desde cualquier computadora conectada. En lugar de comprar el programa, paga una tarifa mensual o anual. (Lobardo, 2014)

Al usar HelioScope, el usuario ingresa la dirección de la ubicación, selecciona el área del techo para el arreglo, especifica los módulos fotovoltaicos y elige un modelo de inversor. Puede usar Google Earth para buscar la ubicación e importar su diseño 3D en SketchUp, un programa de dibujo gratuito. Basado en ese modelo 3D, HelioScope realizará su análisis de sombreado. Con este método, uno puede realizar un diseño completo del sitio sin poner un pie en la propiedad real. Esto ahorra un considerable tiempo de viaje y gastos. (Lobardo, 2014)

Además de ofrecer el diseño de la instalación fotovoltaica, HelioScope proporciona el diagrama de cableado detallado, que incluye la colocación exacta de paneles, inversores y otros equipos. Luego produce una lista completa de materiales. Su creador Paul Grana estima que la integración de la simulación y el CAD en un paquete reduce el tiempo de diseño en un factor de cuatro. (Lobardo, 2014)

2.5 MARCO LEGAL

En esta sección se muestran algunas disposiciones legales que están involucradas en la construcción de una planta de generación de energía con recursos renovables.

2.5.1 ORGANIZACIÓN Y MARCO LEGAL DEL SECTOR ELÉCTRICO

La Ley Marco creó la Figura de Gran Consumidor a quien se le otorga el derecho como usuario desregulado (usuario libre) para comprar directamente energía eléctrica a las empresas generadoras, creando el contexto de un mercado mayorista con posibilidad de más transacciones de energía eléctrica considerando que el sector de generación está abierto a la competencia. Las actividades con características de un monopolio natural tales como la transmisión y distribución, están sujetas a una regulación de precios basados en los costos económicos de acuerdo a un modelo teórico de empresa eficiente en correspondencia de lo que establece la Ley Marco. (Midence & Figueroa, 2013)

2.5.2 EXENCIONES DE IMPUESTOS

En Honduras, la primera ley creada para promover el desarrollo de proyectos centrales de generación con recursos renovable fue el Decreto 85-98, de abril de 1998: conocido como: “Ley de Incentivos con Fuentes Renovables”. Posterior a esto se presentó el Decreto 267-98 de diciembre de 1998, la cual fue una reforma parcial a Ley de Incentivos. Luego en octubre de 2007 se aprobó el Decreto 70-2007 “Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables”, la cual consolida y actualiza los incentivos establecidos anteriormente. Estos están enfocados a proyectos que se generen con fuentes renovables como: hidráulicas, geotérmicas, solares, biomasa, eólica, alcohol, residuos sólidos urbanos y fuentes vegetales. Los beneficios otorgados a las plantas de energía renovable se explican a continuación:

1. Exoneración del pago de aranceles y gravámenes de importación durante el período de estudio y construcción.
2. Exoneración del impuesto de ventas de equipos, accesorios y repuestos durante el período de estudio y construcción.
3. Exoneración del pago del impuesto sobre la renta, aportación solidaria temporal, impuesto al activo neto y todos aquellos impuestos conexos a la renta, durante un plazo de 10 años, contados a partir de inicio de operación comercial, para los proyectos con capacidad instalada de hasta 50 MW.

4. Dispensa del pago de impuestos establecidos en la Ley de Aduanas por la importación temporal de maquinaria y equipos necesarios para la construcción y mantenimiento.
5. Exoneración del Impuesto Sobre la Renta y retenciones sobre los pagos de servicios u honorarios contratados con personas naturales o jurídicas extranjeras, necesarias en las etapas de estudio y construcción. (Midence & Figueroa, 2013)

2.5.3 OBTENCIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL

2.5.3.1 DECRETO EJECUTIVO NO. 008-2015

Artículo 24.- Todo proyecto, obra o actividad pública o privada, debe contar con una licencia ambiental antes de su operación y/o funcionamiento. Los pasos a seguir en términos generales, para la obtención de esta licencia son los siguientes:

1. El proponente y/o prestador de servicios ambientales pueden tener acceso a la plataforma de Consulta y Predictamen Técnico a través de la página Web de consulta para Licenciamiento Ambiental de MIAMBIENTE, donde se ingresa información general de la empresa, Proponente y del proyecto, y a partir de esta información, el sistema categorizara, determinara la pre-viabilidad ambiental y definirá los requisitos técnicos y legales de acuerdo a la categoría, los cuales son responsabilidad del proponente y/o prestador de Servicios Ambientales;
2. En caso de que el sistema no presente pre-viabilidad y envíe al usuario a consulta, este debe remitirse al Equipo Consultivo Técnico y a la Unidad de Servicios Legales de MIAMBIENTE, para definir el trámite correspondiente a seguir tal y como se establece en el Manual de Evaluación y Control Ambiental
3. En el caso de que el sistema proporcione pre-viabilidad y el Proponente decida continuar con el proceso de Licenciamiento Ambiental, debe ingresar en la Plataforma de Consulta y acceder a las carpetas de información para cada uno de los requisitos solicitados; así mismo debe presentar en Ventanilla Única ante un representante de Secretaria de General para Licenciamiento Ambiental adjuntando dos (2) copias de documentos impresos de los requisitos antes descritos. Los documentos técnicos serán revisados por un representante de la DECA y la información legal, será revisada por un representante de la Unidad de Servicios Legales.

Para proyectos Categoría 4, debe presentar cinco copias del informe o documento técnico elaborado por el PSA.

4. Si la documentación presentada se da por aceptada en la Ventanilla Única de Licenciamiento Ambiental, se firmará un Contrato de Cumplimiento de Medidas de Control Ambiental, seguidamente se procederá a la emisión y firma de la Licencia Ambiental Operativa.
5. Ventanilla única de Licenciamiento Ambiental, procederá a remitir el expediente DECA a fin de efectuar inspección de control y seguimiento al proyecto autorizada;
6. De la inspección de control y seguimiento, la DECA emitirá Informe y Dictamen Técnico donde se establecerá el otorgamiento o no de la Licencia Ambiental de Funcionamiento;
7. Del Informe y Dictamen Técnico emitido por DECA de la inspección de control y seguimiento, la Unidad de Servicios Legales de MIAMBIENTE elaborara el dictamen Legal pronunciándose sobre el otorgamiento o no de la licencia Ambiental de Funcionamiento y sanciones cuando correspondan; y
8. La Secretaria General de MIAMBIENTE realizara la emisión de Resolución incluyendo las medidas de Control Ambiental actualizadas y emisión de Licencia Ambiental de Funcionamiento.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

A continuación, se presenta la matriz de congruencia metodológica y la operacionalización de las variables.

3.1.1 MATRIZ DE CONGRUENCIA METODOLÓGICA

En la tabla 4 se presenta la matriz metodológica como herramienta que facilita el resumen de la investigación y comprueba la secuencia lógica de los procesos de investigación.

Tabla 4. Matriz metodológica.

Nombre de Tesis	Enunciado del problema	Objetivo General	Objetivos Específicos	Preguntas de investigación	Respuestas	Técnicas
Factibilidad de la construcción de una planta solar con almacenamiento de energía.	Hasta la fecha en nuestro país no se han implementado sistemas de baterías a gran escala en conjunto con plantas solares, por tanto, no se sabe si son factibles técnica y financieramente.	Determinar la factibilidad técnica y financiera de una planta solar fotovoltaica con sistema de almacenamiento de energía que abastecerá la carga actual con que cuenta el sistema eléctrico de la isla de Roatán.	Investigar las tecnologías de almacenamiento de energía que existen.	¿Qué tecnologías de almacenamiento de energía existen?	Se obtendrá un listado de las tecnologías de almacenamiento de energía.	Recolección de documentos.
			Enumerar las ventajas y desventajas que ofrecen los sistemas de almacenamiento de energía.	¿Qué ventajas y desventajas ofrecen los sistemas de almacenamiento de energía?	Se listarán las ventajas y desventajas que ofrecen las diferentes tecnologías.	Recolección de documentos.
			Señalar los criterios para elegir la tecnología de almacenamiento de energía adecuada para cada aplicación.	¿Qué criterios se deben tomar en cuenta para elegir el tipo de tecnología de almacenamiento de energía y como adecuarla para cada aplicación?	Se describirá el proceso para seleccionar la tecnología adecuada para la aplicación.	Recolección de documentos.

Continuación de tabla 4

Nombre de Tesis	Enunciado del problema	Objetivo General	Objetivos Específicos	Preguntas de investigación	Respuestas	Técnicas
			Mostrar cual es la tecnología que más se adapta para suplir la demanda de la isla de Roatán.	¿Cuál es la alternativa técnica más conveniente para la instalación de una planta fotovoltaica con sistema de almacenamiento de energía para suplir la demanda de la isla de Roatán?	Se encontrará que tecnología es la que mejor se adapta a las necesidades de la isla de Roatán.	Recolección de documentos.
			Comprobar que las energías intermitentes pueden convertirse en confiables al combinarlas con sistemas de almacenamiento de energía.	¿Pueden las energías intermitentes (solar y eólica) volverse energías firmes con la ayuda de sistemas de almacenamiento de energía?	Se espera demostrar que estas energías pueden ser firmes.	Simulaciones en programas computacionales (HOMER PRO).
			Demostrar el potencial del recurso solar en la zona.	¿Cuál es la radiación solar promedio en la isla de Roatán?	Se investigará la cantidad de radiación solar en la isla.	Simulaciones en programas computacionales RETScreen Expert).

Continuación de tabla 4

Nombre de Tesis	Enunciado del problema	Objetivo General	Objetivos Específicos	Preguntas de investigación	Respuestas	Técnicas
			Determinar el costo del kW instalado para una planta fotovoltaica con sistema de almacenamiento de energía que opera en Roatán.	¿Cuál es el costo del kW instalado para una planta fotovoltaica que opera aislada de la red y posee un sistema de almacenamiento de energía?	Se determinará al realizar el estudio financiero.	Evaluación financiera de proyectos.
			Enumerar los incentivos y exoneraciones fiscales para estas instalaciones.	¿Qué incentivos y exenciones fiscales existen para este tipo de instalaciones?	Se listarán los incentivos y exenciones para plantas de generación de energía renovable.	Recolección de documentos.
			Determinar cuál es el impacto de agregar un sistema de almacenamiento de energía a una planta fotovoltaica.	¿Cómo se ve afectada la rentabilidad de una planta fotovoltaica funcionando aislada de la red al agregarle un sistema de almacenamiento de energía?	Se descubrirá al realizar el estudio financiero.	Evaluación financiera de proyectos.

3.1.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

En esta sección se muestran todas las variables que se consideran para la investigación. En la tabla 5 se muestran sus características principales.

Tabla 5. Operacionalización de las variables.

Variable independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Precio de venta de energía	Es el valor que los consumidores finales están dispuestos a pagar por el servicio eléctrico.	Será el ingreso monetario que percibirá el proyecto.	Única.	L/kWh	¿Cuál debe ser el precio de venta para competir en el mercado?	Se determinará el precio óptimo mediante un análisis de sensibilidad.	Razón.	Evaluación financiera de proyectos.
Radiación Solar	La radiación es la transferencia de energía por ondas electromagnéticas.	Se utilizará para dimensionar la planta solar.	Única.	W/m ²	¿Cuál es la radiación solar disponible en Roatán?	Será determinada mediante el software RETScreen Expert.	Razón.	Simulación en programas computaciones (RETScreen Expert).
Capacidad del sistema de baterías	Es la energía máxima que puede almacenar una batería eléctrica y que puede ser extraída de ella como energía eléctrica por conexión de receptores entre sus bornes.	Se dimensionará de acuerdo a la autonomía requerida.	Única.	Ah	¿Cuál es la capacidad requerida para abastecer la demanda durante el tiempo de ausencia de radiación solar?	Se determinará al realizar el diseño de la planta.	Razón.	Simulación en programas computaciones (Homer PRO).

Continuación de la tabla 5.

Variable independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Eficiencia de la planta	El uso eficiente de la energía es reducir la cantidad de energía eléctrica y de combustibles que utilizamos, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios.	Se aplicará para los paneles solares, inversores, baterías y otros equipos de la planta.	Única.	%	¿Cuál debe ser el coeficiente de rendimiento (eficiencia global) de la planta?	Se revisarán los manuales de los equipos.	Razón.	Recolección de documentos.
Vida útil de equipos	El concepto de vida útil de un activo hace referencia al periodo de tiempo durante el cual se espera que un determinado activo de una empresa contribuya a la generación de ingresos.	Se aplicará para los paneles solares, inversores, baterías y otros equipos de la planta.	Única.	Años	¿Cuáles equipos poseen la vida útil más corta?	Se encontrará al examinar los manuales de los equipos.	Razón.	Recolección de documentos.

Continuación de la tabla 5.

Variable independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Ingresos	Un ingreso es un incremento de los recursos económicos. Éste debe entenderse en el contexto de activos y pasivos, puesto que es la recuperación de un activo.	Será representado por la venta de energía eléctrica a los abonados.	Única.	\$	¿Cuántos son los ingresos mensuales esperados?	Se determinará al realizar el estudio financiero.	Razón.	Evaluación financiera de proyectos.
Inversión inicial	La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.	Involucra la compra de todos los equipos, su instalación y comisionamiento.	Costos de inversión	\$	¿Cuál será la inversión inicial?	Se cotizarán los equipos y su instalación para determinar la inversión inicial.	Razón.	Cotizaciones.

Continuación de la tabla 5.

Variable independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Costos	Se trata del conjunto de los gastos que son necesarios para producir un servicio o un bien. El costo de producción, por lo tanto, está formado por todas las inversiones que una empresa debe realizar para seguir en funcionamiento y producir aquello que comercializa.	Abarca los costos asociados de la operación y mantenimiento de la planta.	Costos de producción	\$	¿Cuál será el costo de operación y mantenimiento?	Se calcularán de acuerdo a las dimensiones de la planta.	Razón.	Evaluación financiera de proyectos.

Continuación de la tabla 5.

Variable independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
	Implica entre otras actividades, la investigación y el desarrollo de nuevos mercados o de nuevos productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores.	Se refiere a los costos por comercialización, puede ser publicidad o algún peaje por su uso de la red de distribución.	Costos de venta	\$	¿Existen costos adicionales por comercialización?	Se investigará si existen costos adicionales por comercialización de la energía.	Razón.	Recolección de documentos.
	Son, como su nombre lo indica, los costos que provienen de realizar la función de administración en la empresa.	Costos del personal necesario para la operación de la planta.	Costos administrativos	\$	¿Cuál es la cantidad óptima de personas para la operación de la planta?	Se estimarán en base al tamaño de la planta.	Razón.	Evaluación financiera de proyectos.

Continuación de la tabla 5.

Variable independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
	Son los intereses que se deben pagar en relación con capitales obtenidos en préstamo.	Obligaciones financieras.	Costos financieros	\$	¿Qué porcentaje de la inversión será apalancada?	Se determinará según lo que señala la literatura y el análisis de sensibilidad.	Razón.	Evaluación financiera de proyectos.
Depreciación	La depreciación sólo se aplica al activo fijo, ya que con el uso estos bienes valen menos.	Corresponde a depreciar los equipos de la planta en base a la normativa vigente.	Única.	\$	¿A cuántos años se deben depreciar los equipos de la planta?	Se revisará la normativa vigente.	Razón.	Recolección de documentos.
Amortización de un activo	La amortización sólo se aplica a los activos diferidos o intangibles, significa el cargo anual que se hace para recuperar la inversión.	Se aplicará amortizando los gastos legales, gastos por ingeniería y otros.	Única.	\$	¿A cuántos años se deben amortizar los activos diferidos?	Se revisará la normativa vigente.	Razón.	Recolección de documentos.

Continuación de la tabla 5.

Variable independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Amortización de un pasivo	La obligación de devolver un préstamo recibido de un banco es un pasivo. La parte de capital (o principal) que se cancela en cada pago es una amortización.	Está representada por el pago de capital correspondiente a cada cuota del préstamo.	Única.	\$	¿Cuánto es el repago de capital que se realizará en cada cuota del préstamo?	Se fijará el plazo para la deuda y se calculará la cuota correspondiente.	Razón.	Evaluación financiera de proyectos.
Capital de trabajo	Está representado por el capital adicional (distinto de la inversión) con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa; esto es, hay que financiar la primera producción antes de recibir ingresos.	Pago de salarios y servicios básicos antes de obtener el primer ingreso por venta de energía.	Única.	\$	¿Cuál debe ser el capital de trabajo para subsistir hasta que se tengan los primeros ingresos?	Se calculará en función del tamaño de la planta y los servicios necesarios para su funcionamiento.	Razón.	Evaluación financiera de proyectos.

Continuación de la tabla 5.

Variable independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Costo de capital	Es la suma de los costos asociados al capital que cada inversionista aporta.	Es la tasa contra la cual se comparará la TIR.	Única	%	¿Cuál es el costo de capital del proyecto?	Se calculará en base a la TMAR y el porcentaje de aportación de cada inversionista.	Razón.	Evaluación financiera de proyectos.
Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento	Es la tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta.	Es la tasa de descuento que un inversionista desea obtener para desarrollar este proyecto.	Única.	%	¿Cuál es la tasa mínima aceptable para invertir en proyectos de energía renovable?	Se determinará mediante el estudio financiero.	Razón.	Evaluación financiera de proyectos.
Inflación	La inflación, en economía, es el incremento sostenido y generalizado de los precios en los bienes y servicios.	Se utilizará la inflación publicada por el BCH y se proyectará hacia el futuro.	Única.	%	¿Cuál ha sido la tendencia de inflación durante los últimos cinco años?	Se revisará la literatura correspondiente.	Razón.	Recolección de documentos.

Continuación de la tabla 5.

Variable independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Impuestos	Los impuestos son prestaciones, al Estado y demás entidades de derecho público, que las mismas reclaman, en virtud de su poder coactivo.	Están exentas de aranceles para la importación de equipos y materiales durante su estudio y construcción.	Única.	\$	¿Qué impuestos deben pagar los proyectos de energía renovable ubicados en Roatán?	Se revisarán las leyes vigentes.	Razón.	Recolección de documentos.
Tasa de interés	El precio o valor del dinero es la tasa de interés, y como cualquier producto, su precio se determina por el equilibrio entre la oferta y la demanda.	Es la tasa de interés del préstamo para la construcción de la planta.	Única.	%	¿Qué tasa de interés se puede conseguir para este tipo de proyectos?	Se consultará a personas con experiencia en el tema.	Razón.	Entrevistas.

Continuación de la tabla 5.

Variable dependiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Tasa Interna de Retorno (TIR)	Es la tasa de interés a la que el valor actual neto de los costos de inversión (los flujos de caja negativos) es igual al valor presente neto de los beneficios (flujos positivos de efectivo) de la inversión.	Es el indicador que se utilizará para determinar si el proyecto es rentable.	Única.	%	¿Será la tasa de retorno de este sistema mayor que la de una planta solar sin almacenamiento de energía?	Preliminarmente se espera que la TIR de esta planta sea menor que la de una planta fotovoltaica convencional.	Razón.	Evaluación financiera de proyectos.

3.1.3 HIPÓTESIS

A continuación, se presenta la hipótesis de la investigación y la hipótesis nula para determinar la viabilidad de la construcción de una planta fotovoltaica con sistema de baterías para suplir 12 MW, que es la demanda actual de la isla de Roatán:

Hi = La construcción de una planta solar fotovoltaica con sistema de baterías para suplir la demanda completa de la isla de Roatán es factible financieramente obteniendo una TIR mayor al costo de capital.

Ho = La construcción de una planta solar fotovoltaica con sistema de baterías para suplir la demanda completa de la isla de Roatán no es factible financieramente obteniendo una TIR menor o igual al costo de capital.

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

Esta investigación utiliza un enfoque mixto ya que es un proceso que recolecta, analiza y relaciona datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para resolver el planteamiento del problema.

El diseño de la investigación es no experimental ya que no se manipularán las variables a estudiar. Se tomarán las características reales de los equipos y se calcularán costos e ingresos según lo que ocurre en la realidad, sin alterar ningún dato a conveniencia.

La investigación es transversal pues los datos utilizados como referencia para la investigación (costos, vida útil de equipos, precio de energía, inflación, entre otros) se tomaron al momento de iniciar la investigación y luego se proyectaron en un horizonte de tiempo utilizando técnicas para asignar valor al dinero en el tiempo.

El alcance desarrollado es el descriptivo, mediante un estudio técnico que determinará el tamaño óptimo de la planta fotovoltaica y el sistema de baterías de acuerdo a las condiciones del lugar; y una evaluación financiera que mostrará si el proyecto es rentable financieramente.

El estudio técnico se basará en el uso de programas computacionales para realizar simulaciones que permitan determinar el tamaño óptimo de la planta y el sistema de baterías. El estudio financiero utilizará la evaluación financiera de proyectos para calcular la TIR.

Se utilizará la teoría fundamentada para establecer que parámetros se deben tomar en cuenta al diseñar y evaluar la planta y el sistema de baterías.

La figura 13 muestra el diseño metodológico que adopta la investigación para cumplir con los objetivos del estudio, así como las técnicas utilizadas para dar respuesta a las preguntas de investigación formuladas en el planteamiento del problema.

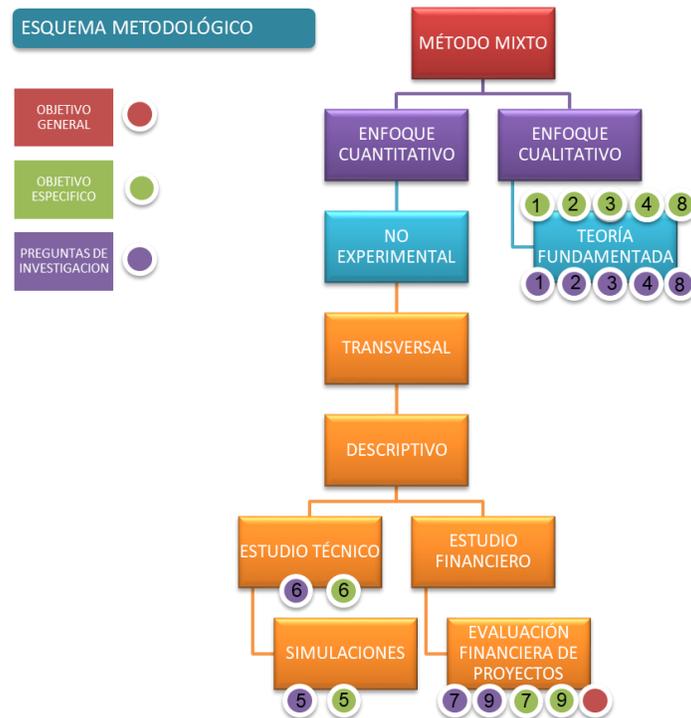


Figura 13. Diseño del esquema metodológico.

Fuente: Elaboración propia.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En la tabla 6 se muestran las actividades a realizar para cumplir con los objetivos de la investigación.

Tabla 6. Diseño de la investigación.

Fase	Actividades	Recursos		Tiempo de ejecución	Responsables
		Humanos	Materiales		
Estudio Técnico	Determinar las condiciones de radiación en la isla.	2 personas.	RETScreen Expert.	1 día.	Bayron Fernández y Luis Subillaga
	Investigar las condiciones de generación y distribución de energía en la isla.	2 personas.	Ley marco del subsector eléctrico.	1 semana.	Bayron Fernández y Luis Subillaga
	Buscar la ubicación óptima para la ejecución del proyecto.	2 personas.	Google maps.	3 días.	Bayron Fernández y Luis Subillaga
	Dimensionar un sistema de baterías para alimentar la carga completa de la isla.	2 personas.	Homer PRO. AutoCAD.	2 semanas.	Bayron Fernández y Luis Subillaga
	Diseñar una planta solar fotovoltaica con capacidad para suplir la demanda completa de isla y cargar baterías.	2 personas.	Homer PRO. AutoCAD.	2 semanas.	Bayron Fernández y Luis Subillaga
	Simular el diseño previo de la planta solar en Homer PRO para evaluar el desempeño de esta con respecto a la carga.	2 personas.	Homer PRO.	1 semana.	Bayron Fernández y Luis Subillaga

Continuación de la tabla 6.

Fase	Actividades	Recursos		Tiempo de ejecución	Responsables
		Humanos	Materiales		
	Realizar ajustes al diseño de acuerdo con los resultados obtenidos en las simulaciones.	2 personas.	AutoCAD.	3 días.	Bayron Fernández y Luis Subillaga
Estudio Financiero	Estimar los costos de inversión y operación de la planta.	2 personas.	Microsoft Excel.	2 días.	Bayron Fernández y Luis Subillaga
	Realizar la evaluación financiera del proyecto.	2 personas.	Homer PRO. Microsoft Excel.	3 días.	Bayron Fernández y Luis Subillaga
	Hacer un análisis de sensibilidad.	2 personas.	Microsoft Excel. Crystal Ball.	2 días.	Bayron Fernández y Luis Subillaga
Otros	Análisis y Conclusiones.	2 personas.		1 semana.	Bayron Fernández y Luis Subillaga

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1 POBLACIÓN

Por la naturaleza del estudio, no se cuenta con una población en la cual realizar un análisis, ya que se estudia la factibilidad de una planta solar con sistema de baterías en un sitio y condiciones específicas. No es una investigación del tipo estadística.

3.3.2 MUESTRA

Debido a que anteriormente se mencionó que no existe una población para análisis, tampoco se puede determinar una muestra.

3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

Son los participantes, objetos, sucesos o comunidades de estudio, lo cual depende del planteamiento de la investigación y de los alcances del estudio (Sampieri, 2010). La unidad de análisis para la parte técnica de esta investigación son las variables técnicas que analizarán en el estudio técnico, y para la parte financiera, son las variables financieras que se estudiarán. En la tabla 7 se muestran las unidades de análisis consideradas para este estudio.

Tabla 7. Unidades de análisis.

Variables técnicas	Variables financieras
Radiación solar	Precio de venta de la energía
Eficiencia de los equipos	Inversión
Vida útil de los equipos	Costos
Capacidad del banco de baterías	Inflación
	Impuestos
	Tasa de interés
	Ingresos
	Depreciación
	Amortización
	Capital de trabajo
	Costo de capital

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA

Está representada por la variable dependiente del estudio, la cual en este caso es la Tasa Interna de Retorno (TIR). Esta nos indica si una inversión es rentable o no.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

En esta sección se ilustran las técnicas y herramientas a utilizar en los estudios técnico y financiero de la investigación, y su forma de uso.

3.4.1 TÉCNICAS

Las técnicas que se utilizarán para evaluar técnica y financieramente la instalación de la planta solar con sistema de almacenamiento de energía son las siguientes:

1. Recolección de documentos: Se consultará la literatura existente sobre plantas fotovoltaicas, sistemas de almacenamiento de energía y leyes vigentes que involucren este tipo de instalaciones para determinar la mejor opción tanto técnica como financiera.
2. Simulaciones en programas computacionales: Se utilizarán básicamente tres programas en los que se establecerá el potencial de radiación solar de la isla, se diseñará el sistema en base a las características de los paneles solares, inversores, baterías y la carga, y se determinará la mejor ubicación del parque solar y su sistema de baterías.
3. Cotizaciones: Con el diseño ya establecido mediante el estudio técnico, se procederán a calcular los costos de los equipos y su instalación por medio de cotizaciones realizadas a los proveedores.
4. Evaluación financiera de proyectos: Se continuará calculando otros costos (como operación y mantenimiento, administrativos, entre otros), se realizará una proyección de los ingresos que se esperan recibir por venta de energía y se determinará el apalancamiento más adecuado. Con estos datos se estimarán los flujos de caja mensuales y se procederá a evaluar el proyecto en un horizonte de 20 años, aplicando conceptos de valor del dinero en el tiempo como inflación, tasa de interés, impuestos y depreciación. Estos análisis mostrarán si el proyecto es rentable financieramente.
5. Entrevistas: Se realizarán entrevistas a profesionales que estén informados sobre este tipo de proyectos para obtener asesoría sobre detalles técnicos relativos al diseño y cuestiones financieras que permitan una mayor precisión en el estudio.

3.4.2 INSTRUMENTOS

Los instrumentos por utilizar en esta investigación son los siguientes:

1. Teoría fundamentada: Su uso será para mostrar los procedimientos, reglamentos, y tecnologías disponibles para el desarrollo de la investigación. Proveerá las bases teóricas de la investigación.
2. RETScreen Expert: Este programa nos brindará los datos de radiación de la isla basado en los datos tomados de la estación meteorológica del aeropuerto Juan Manuel Gálvez.
3. HOMER PRO: Se cargarán los datos de radiación, características de los paneles solares, inversores, baterías y la carga de la isla para modelar el comportamiento del sistema en distintos escenarios. El programa posee un algoritmo de optimización que permitirá conocer la mejor configuración del parque solar y su sistema de baterías.
4. HelioScope: En este programa se determinará el espacio físico que ocupará la planta y se conocerá la forma en que los paneles solares se acomodan en strings que se distribuyen entre los diferentes inversores y que a su vez se conectan a una barra común.
5. Google Earth: Se utilizará para determinar la localización más adecuada para la planta y si es posible instalarla en el espacio disponible en la isla.
6. Tasa Interna de Retorno: Se calculará tomando en cuenta los flujos estimados, la inversión inicial y el tiempo de operación del proyecto. Estos datos se introducirán en una hoja de cálculo de Excel y se determinará la TIR del proyecto.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

Son los instrumentos que se utilizarán para brindar fundamento teórico y metodológico para la investigación.

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias de las que se recopilarán datos son las siguientes:

1. RETScreen Expert.
2. Llamadas y correos a personal de RECO.
3. Cotizaciones de equipos y mano de obra para la construcción de la planta.

4. Publicaciones del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE), del Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL), Agencia Internacional de Energía (IEA), Red de Políticas de Energía Renovable para el siglo 21 (REN21) y otros.

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias que usaron son las siguientes:

1. Artículos de internet relacionados con plantas solares y sistemas de baterías como: Panasonic apunta a crecimiento solar en Centroamérica por Critchley, ¿Cómo medir la factibilidad financiera de un proyecto? Por González, entre otros.
2. Informes sobre plantas solares y sistemas de almacenamiento de energía como: Technology Roadmap - Solar Photovoltaic Energy 2014 publicado por la Agencia Internacional de Energía (IEA), Guía sobre el sector del almacenamiento de energía a media y gran escala por twenergy, entre otros.
3. Libros digitales sobre evaluación de proyectos, metodología de investigación y sistemas fotovoltaicos como ser: Metodología de la investigación de Sampieri, Energías renovables: sistemas fotovoltaicos de Rújula, Evaluación financiera de proyectos de Acuña, entre otros.

3.6 LIMITANTES DEL ESTUDIO

Entre algunas de las limitantes que se presentan en el estudio, se puede mencionar el difícil acceso a información actualizada por parte de la empresa operadora del sistema eléctrico de la isla, ya que mucha información y registros no se encuentran en formatos digitales.

Debido a la temática de la investigación, no se encuentran estudios similares que previamente se hubiesen desarrollado en el país.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de una planta fotovoltaica con sistema de baterías que pueda abastecer la demanda completa de la isla de Roatán. Esta se pretende ubicar en un terreno cerca de Punta Blanca. La energía eléctrica generada en la planta se entregará a la red, para luego ser distribuida en industrias, comercios y cargas residenciales.

La planta se construirá por etapas según vaya creciendo la demanda, según ciertas simulaciones realizados en Homer Pro, la planta solar con almacenamiento para suplir la demanda completa de la isla debe construirse de la siguiente manera:

La planta contará inicialmente con una potencia instalada de 100MW abarcando un área de alrededor de 1.2km². Para alcanzar esta potencia se requerirán 303,031 módulos fotovoltaicos de la marca Canadian solar, cada uno de estos tendrá una potencia de 330Wp. Los inversores que se utilizarán son de 2,880kW de la marca ABB e inicialmente se usarán 10. La razón para una instalación de este tamaño es que la planta cuenta con alrededor de 6 horas (de 1000W/m²) de sol al día para suplir la demanda y cargar las baterías para que estén cubran con la misma durante las restantes 18 horas.

El sistema de almacenamiento de energía contará con 475 baterías de 510 kWh obteniendo una autonomía máxima de casi 18 horas. Estas baterías vendrán instaladas en contenedores y tendrán incorporado su cargador de baterías, elementos de control y protección.

Para los siguientes tres años se instalará una potencia de 50MW la cual se estima que requerirá de 151,516 módulos fotovoltaicos con potencia de 330Wp. No será necesaria la instalación de inversores para esta etapa, sin embargo, la cantidad de baterías que se deben agregar es de 25 de 510 kWh. El tamaño de la instalación se calculó con respecto al crecimiento proyectado de la demanda mostrado en la figura 14.

Para el año siete al nueve se estima que la planta debe tener una nueva repotenciación debido al crecimiento de la demanda, en la cual se instalarán 90,910 módulos fotovoltaicos con potencia de 330Wp, esto representa 30MW de potencia instalada. También será necesario aumentar la capacidad almacenamiento de la planta en la cual se requerirán 100 baterías de 510kWh.

Para el año 10 al 12 será necesario instalar 212,122 módulos fotovoltaicos siempre con capacidad de 330Wp, esto representa 70MW de potencia instalada, dos inversores de 2,880kW y 75 baterías de 510kWh, las que cuentan con una capacidad de 38.25MWh. Este gran crecimiento se debe al incremento de la demanda a lo largo del tiempo.

Luego para el último periodo de repotenciación de la planta será necesario instalar 303,031 módulos fotovoltaicos de 330Wp (100MW de potencia instalada), dos inversores de 2,880kW y 100 baterías de descarga profunda de 510kWh. Con esta capacidad la planta podrá cubrir la demanda de la isla durante los últimos años.

La propuesta de mercado es ofrecer a los consumidores energía limpia que contribuye a la reducción de emisiones de CO₂ y además barata manteniendo la continuidad y confiabilidad del servicio. Esto se pretende lograr por medio del correcto dimensionamiento de un sistema de baterías.

El aparente sobre-dimensionamiento de la planta solar y el sistema de baterías se debe a que se estudia el escenario donde la instalación suplirá la demanda completa de la isla sin necesidad de recurrir a generación de respaldo. Esto implica que la planta debe contar con la capacidad suficiente para abastecer la demanda durante el día y además cargar las baterías para que cubran con la misma durante la noche.

4.2 DEFINICIÓN DEL MODELO DE NEGOCIOS

4.2.1 MODELO DE CANVAS

Surgió como una herramienta de análisis donde quedan reflejadas las fortalezas y debilidades de un modelo de negocio, proveyendo una visión global de este de manera rápida y sencilla. (Gómez, 2018)

La metodología de Canvas consiste en completar los nueve módulos planteados por el autor, todos ellos interrelacionados y que explican la forma de operar de la empresa para generar ingresos:

4.2.1.1 SEGMENTOS DE CLIENTES

Esta propuesta está dirigida a todos los usuarios del servicio eléctrico en la isla de Roatán, ya que se pretende suplir la demanda completa de la isla.

4.2.1.2 PROPUESTA DE VALOR

Esta empresa se dedica al rubro de generación de energía eléctrica. En este mercado existen varias opciones que el cliente puede elegir, el valor agregado que esta empresa puede ofrecer a sus clientes se resume en lo siguiente:

1. Energía eléctrica producida a base de recursos renovables que contribuyen a la buena imagen de la isla.
2. Servicio eléctrico confiable y continuo.
3. Mejora en la estabilidad del sistema eléctrico de la isla.

4.2.1.3 CANALES DE DISTRIBUCIÓN

Para llevar la energía al cliente final se utilizarán las líneas de distribución existentes a lo largo de la isla.

4.2.1.4 RELACIÓN CON EL CLIENTE

La atención al cliente es un aspecto importante para este tipo de empresas. Es por ello, que se brindará prioridad a resolver los problemas e inquietudes de los clientes. Esto se logrará con personal calificado y con experiencia que encuentre la solución de forma rápida y precisa.

Los clientes podrán interactuar con el personal mediante distintas formas como ser: las llamadas telefónicas a la línea de atención al cliente, redes sociales (Facebook y WhatsApp) y correo electrónico.

4.2.1.5 FUENTES DE INGRESO

Los ingresos provendrán a la empresa por concepto de venta de energía eléctrica, se facturará a cada cliente el consumo del mes. El cliente buscará la alternativa que le permita obtener un servicio eléctrico confiable al menor precio posible y es lo que buscará ofrecer con esta planta.

4.2.1.6 RECURSOS CLAVE

Para que esta empresa funcione necesita de los siguientes recursos:

1. Equipos: Paneles solares, inversores, baterías, controladores, sistema de monitoreo y control, sistema de acondicionamiento de aire, equipos de potencia, medidores, entre otros.
2. Terreno: Se debe comprar el espacio físico para montar la planta fotovoltaica, el sistema de baterías y todos los sistemas auxiliares.
3. Personal: Esta instalación requiere de poco personal para su operación y mantenimiento, se necesita un gerente, un jefe de operación y mantenimiento, operadores de planta, personal técnico para mantenimiento de la planta, personal de limpieza y mantenimiento de yarda y otros.

4.2.1.7 ACTIVIDADES CLAVES

Entre las actividades claves para este proyecto se pueden señalar las siguientes:

1. Dimensionamiento de la instalación.
2. Estudio de factibilidad.
3. Diseño de detalle.
4. Obtener el préstamo bancario.
5. Compra de equipos y terrenos.
6. Instalación de los equipos.
7. Pruebas operativas.

4.2.1.8 SOCIOS CLAVES

Los socios claves para este proyecto son: El banco que prestará el 70% de la inversión y los proveedores de los equipos que se utilizarán.

4.2.1.9 ESTRUCTURA DE COSTOS

Los costos más significativos de este proyecto lo representan la compra de terrenos, paneles fotovoltaicos, baterías e inversores. En la tabla 8 se muestra el modelo de negocios de forma gráfica.

Tabla 8. Modelo de negocio.

Socios clave	Actividades clave	Propuesta de valor	Relación con el cliente	Segmentos de clientes
Banco. Proveedores. Municipalidad de Roatán.	1.Dimensionamiento de la instalación. 2.Estudio de factibilidad. 3.Diseño de detalle. 4.Obtener el préstamo bancario. 5.Compra de equipos y terrenos. 6.Instalación de los equipos. 7.Pruebas operativas.	1.Buena imagen de la isla. 2.Servicio eléctrico confiable y continuo. 3.Mejora en la estabilidad del sistema eléctrico de la isla.	Se brindará prioridad a resolver los problemas e inquietudes de los clientes. La empresa contará con diversos canales para que los clientes se comuniquen con el personal.	Los usuarios del servicio eléctrico en Roatán.

Continuación de la tabla 8.

	<p>Recursos clave</p> <p>Equipos. Terreno. Personal.</p>		<p>Canales de distribución</p> <p>Para llevar la energía al cliente final se utilizarán las líneas de distribución existentes a lo largo de la isla.</p>	
<p>Estructura de costos</p> <p>Los costos más significativos de este proyecto lo representan la compra de terrenos, paneles fotovoltaicos, baterías e inversores.</p>			<p>Fuentes de ingreso</p> <p>Los ingresos provendrán a la empresa por concepto de venta de energía eléctrica, se facturará a cada cliente el consumo del mes.</p>	

Fuente: Elaboración propia.

4.3 ANÁLISIS DE FACTORES DE RIESGO

Para todo tipo de proyectos, existen siempre riesgos latentes a lo largo de todo su desarrollo, incluso desde su percepción como idea. Es por esto, que realizó un análisis FODA para determinar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que este proyecto puede sufrir durante su implementación. En la tabla 9 se muestra el análisis FODA realizado para este proyecto.

Tabla 9. Análisis FODA.

	ASPECTOS POSITIVOS (+)	ASPECTOS NEGATIVOS (-)
ORIGEN INTERNO	<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <p>Aprovechamiento de la energía solar.</p> <p>Disminución de emisiones de CO₂</p> <p>Mantener buena relación con los abonados.</p> <p>Estructuración adecuada del proyecto para acceder a financiamiento.</p> <p>Objetivo claro de reducir el precio de venta de la energía.</p> <p>Aumento de la consciencia ambiental.</p>	<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <p>Costo de instalación alto.</p> <p>Indiferencia de la población con el compromiso de reducir la contaminación al ambiente.</p> <p>Oposición por parte de población por el uso de gran parte del territorio de la isla.</p> <p>Poca experiencia en la implementación de sistemas de almacenamiento.</p> <p>Dependencia de tecnología extranjera en toda la cadena de instalación y suministro.</p>
ORIGEN EXTERNO	<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <p>Vivir en un lugar con poca contaminación.</p> <p>Mayor potencial para la electrificación de zonas que no cuentan con servicio de energía eléctrica.</p> <p>Creación de empleos temporales.</p> <p>Mejor precio de la energía para los usuarios.</p> <p>Personas de bajos recursos tengan acceso al servicio.</p> <p>Impulso de las tecnologías renovables.</p> <p>Necesidad de fuentes de energía limpia en el mercado.</p>	<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <p>El lugar donde se desarrolla el proyecto es una zona con alto potencial de desarrollo turístico.</p> <p>Es una de las tecnologías de generación de energía limpia más caras.</p> <p>Alto costo inicial de insumos.</p> <p>Poco apoyo por parte del Gobierno de la Republica.</p> <p>Falta de incentivos a nivel estatal para la instalación de este tipo de plantas.</p> <p>Incertidumbre sobre posibles cambios de políticas energéticas.</p>

Fuente: Elaboración propia.

4.4 ESTUDIO DE MERCADO

4.4.1 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

Roatan Electric Company, (RECO), es la empresa de servicios eléctricos para la isla turística de Roatán, ubicada en la costa norte de Honduras. RECO ofrece el servicio de generación y distribución a los municipios de Roatán y Santos Guardiola.

RECO recientemente inició operaciones con el nuevo sistema de generación, Planta a base de LPG, un sistema tecnológico y amigable con el medioambiente brindando una capacidad instalada de 28 megavatios, adicional, la empresa integra una planta de diesel con la generación de 10 MW y el parque eólico de Trade Winds Energy que proporciona 3.9 MW. (RECO, 2018)

Estos datos demuestran que RECO ha comenzado a invertir en tecnologías “limpias” para generación de energía eléctrica, es por eso que la inserción a este mercado será difícil y se debe implementar la estrategia de ofrecer precios competitivos.

4.4.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

La demanda en Roatán es variable según la temporada. Se caracteriza de la siguiente forma: En verano durante las horas semi-valor se tienen de 12 a 13 MW y en horas pico alcanza entre los 14 y 15 MW, en invierno durante las horas semi-valor hay de 8 a 10 MW de demanda y en horas pico hay de 10 a 12 MW. Estos datos se obtuvieron del personal de RECO a través de correo electrónico, ya que la ENEE no cuenta datos sobre la demanda de Roatán. En la figura 14 se muestra una proyección de la demanda promedio para los próximos 20 años, tomando un 6% como factor de crecimiento anual, este porcentaje se obtuvo del diario La Prensa.

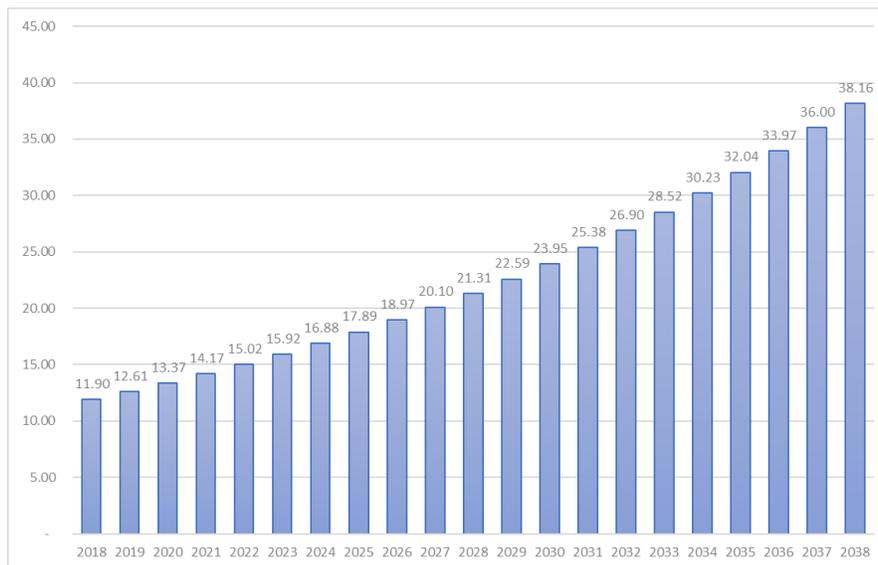


Figura 14. Proyección de la demanda para los próximos 20 años.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 ANÁLISIS DEL PRECIO

El precio será definido por medio de los datos obtenidos del modelo financiero, el cual incluye los costos de generación por cada kWh, una vez obtenido este valor se le aplicará un margen de ganancia con el cual se piensa cumplir con las obligaciones financieras y obtener la tasa interna de retorno esperada por el inversionista.

4.4.4 ESTRATEGIAS DE MERCADO Y VENTAS

Roatán es el lugar del país que más turistas recibe cada año por lo que una campaña de compromiso con el medio ambiente llamará la atención de gran parte de los visitantes y es por esto que la estrategia competitiva real de este proyecto es incentivar a la población isleña para que consuma energía proveniente de fuentes renovables, ya que el consumo de este tipo de energía ayuda a reducir las emisiones de CO₂. La demanda pico en la isla alcanza los 15MW y una planta solar con almacenamiento brindará confiabilidad en el sistema y un compromiso claro con el medio ambiente. Con base en la estrategia principal se formulan las siguientes variables que iniciarán la brecha para un desarrollo exitoso de este proyecto en la zona. La tabla 10 muestra las principales variables que se deben analizar para crear una buena estrategia de ventas.

Tabla 10. Principales variables que intervienen para crear una buena estrategia de ventas.

Variable	Descripción
COMUNICACIÓN	Conseguir frecuentemente espacios en los principales medios y promover la iniciativa principal del proyecto y los beneficios que traerá a la región. Poseer una página web con información actualizada en la cual los clientes obtengan información en tiempo real, interactividad y contacto directo con los responsables de la operación de la empresa. Desarrollar compañías fuertes en redes sociales, radio emisoras y canales locales. Crear publicidad constante de los avances que la empresa vaya teniendo durante su desarrollo.

Continuación de tabla 10.

Variable	Descripción
PRODUCTO	El plan de generar energía con paneles solares en cantidad suficiente para abastecer la demanda durante el día y cargar las baterías para suplir la demanda en horas donde no hay radiación, se vende bajo un concepto de soluciones tecnológicas y sostenibles que afianzan su responsabilidad con el medio ambiente, considerando que este proyecto marca una brecha de investigación en el país y en el mundo ya que se sabe muy poco de proyectos de esta magnitud y características.
PRECIO	El precio de venta del kWh se fijará bajo el concepto de que sea menor que el precio del mercado. El precio actual de la energía en Roatán ronda los 8 L/kWh.
DISTRIBUCIÓN	Facturación directa, con revisiones constantes de contadores de energía y pago de peajes a los distribuidores actuales.

Fuente: Elaboración propia.

4.5 ESTUDIO DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES

4.5.1 DISEÑO DEL PRODUCTO O SERVICIO

4.5.1.1 LOCALIZACIÓN Y SUPERFICIE

Para determinar la ubicación óptima para la planta se utilizó la matriz de decisión mostrada en la tabla 11. Se seleccionaron dos zonas las cuales poseen un buen potencial de radiación solar y pocas sombras, también se evaluaron otros factores importantes. Las zonas que se evaluaron son Punta Blanca y Politilly Bight. Para cada criterio se utilizó una escala del uno al diez.

Tabla 11. Matriz de decisión para la ubicación de la planta fotovoltaica.

Criterio	Zona	
	Punta Blanca	Politilly Bight
Estudio de sombras	8	8
Costos del terreno	8	4
Impacto visual	8	5

Continuación de la tabla 11.

Criterio	Zona	
	Punta Blanca	Politilly Bight
Grado de afectación a comunidades aledañas	9	6
Ubicación estratégica	6	8
Afectación de zonas para desarrollo turístico	9	7
Total	48	38

Fuente: Elaboración propia.

El terreno propuesto para la instalación de la planta de generación de energía solar fotovoltaica se encuentra 2km al noroeste de Punta Blanca en la isla de Roatán.

En la selección del emplazamiento también se ha considerado el impacto visual, teniendo en cuenta que esta instalación sea poco visible desde zonas de acceso público, ya que la planta se ubicará en una zona poco poblada. La figura 15 es una vista de planta del parque fotovoltaico:

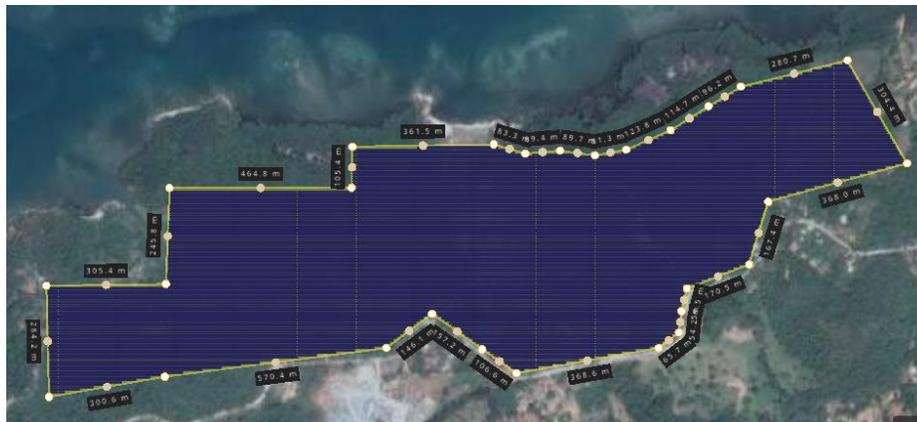


Figura 15. Vista de planta de central fotovoltaica.

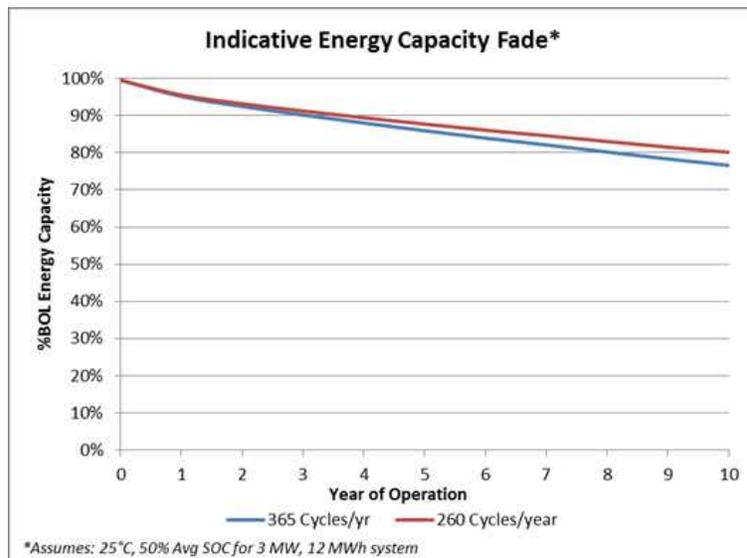
Fuente: Helioscope

La latitud del lugar es: 16.418766° N y la longitud es: 86.334355° O.

4.5.1.2 VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

La vida útil de la instalación fotovoltaica se estima en 25 años, aunque luego de este periodo de tiempo, la planta puede seguir funcionando. En este caso estudiaremos el comportamiento de la planta a 20 años. Un punto debe tenerse presente es que la eficiencia de los paneles solares disminuye año con año y al final de su vida útil esta puede haberse reducido entre en 20 a 25%. También en este caso se debe tener en cuenta que las baterías utilizadas se degradan debido al uso y luego de diez años poseen alrededor del 75% de su capacidad, con un ciclo completo por día. En la figura 16 se muestra la curva característica de degradación de las baterías consideradas para este estudio.

Figura 16. Curva de degradación de las baterías



Fuente: NEC Energy

4.5.1.3 ELEMENTOS DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Los equipos principales que componen la planta son los siguientes:

1. Paneles solares.
2. Inversores.
3. Sistema de baterías.

4. Transformador de potencia.
5. Sistema de monitoreo (SCADA).
6. Sistemas auxiliares.

4.5.1.4 DISEÑO

Para el diseño de la instalación fotovoltaica primeramente se realizó una simulación de sombras en Google Earth para encontrar un terreno que no esté rodeado de elevaciones que causen sombras durante el día. Luego se inspeccionó la zona seleccionada para determinar qué tan plano es el terreno. Además, se ubicó la planta en una zona poco poblada para no interferir con las actividades turísticas. La figura 17 muestra la ubicación de la planta solar en la isla.

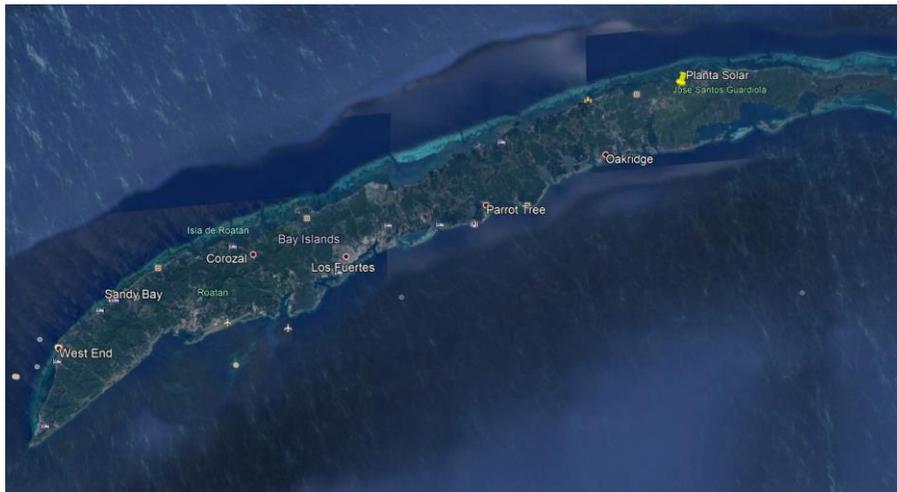


Figura 17. Ubicación de la planta.

Fuente: Google Earth

En la figura 18 se puede apreciar el terreno elegido y la cantidad de luz solar que recibe a las 6:00a.m.:



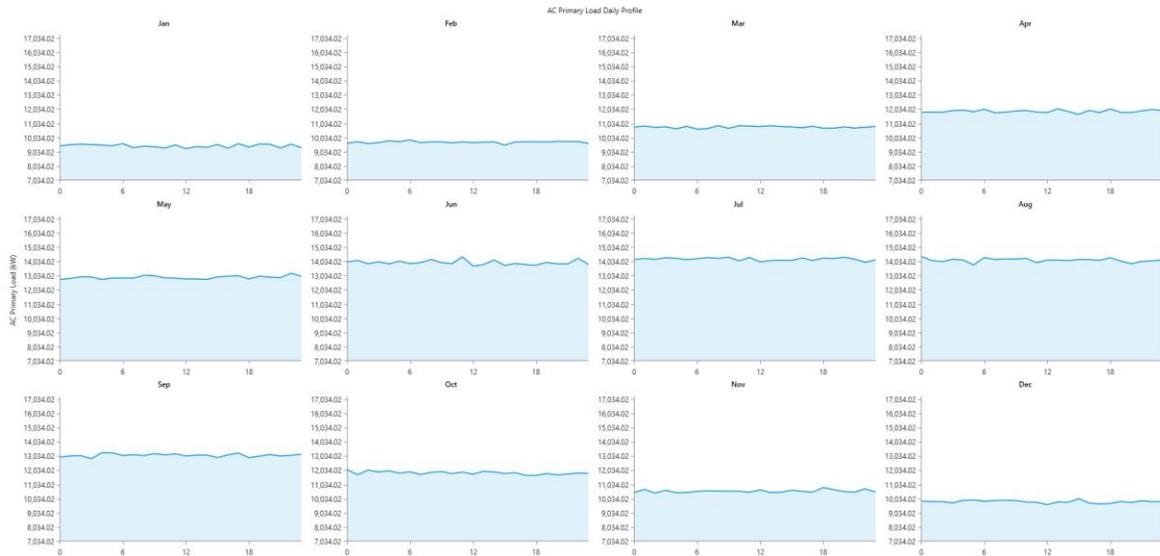
Figura 18. Vista superior del área elegida para la planta solar.

Fuente: Google Earth.

Después de encontrar una buena locación para la central fotovoltaica se procedió a utilizar Homer PRO para determinar el tamaño necesario de la planta y los sistemas de baterías para abastecer la demanda completa de la isla. Para realizar esta tarea Homer necesita que se ingresen parámetros económicos y técnicos con los cuales el programa determina la opción óptima. También es posible desarrollar un análisis de sensibilidad variando ciertos parámetros. Luego de terminar el proceso de simulación, Homer muestra en la ventana de resultados, el tamaño adecuado para la instalación fotovoltaica, el sistema de baterías y los inversores.

Al realizar las simulaciones se utilizó un perfil de carga como el mostrado en la figura 19. Se tomaron los promedios actuales de consumo energético en la isla y se extrapolaron utilizando el Homer Pro, ya que no contamos con la curva de demanda del lugar.

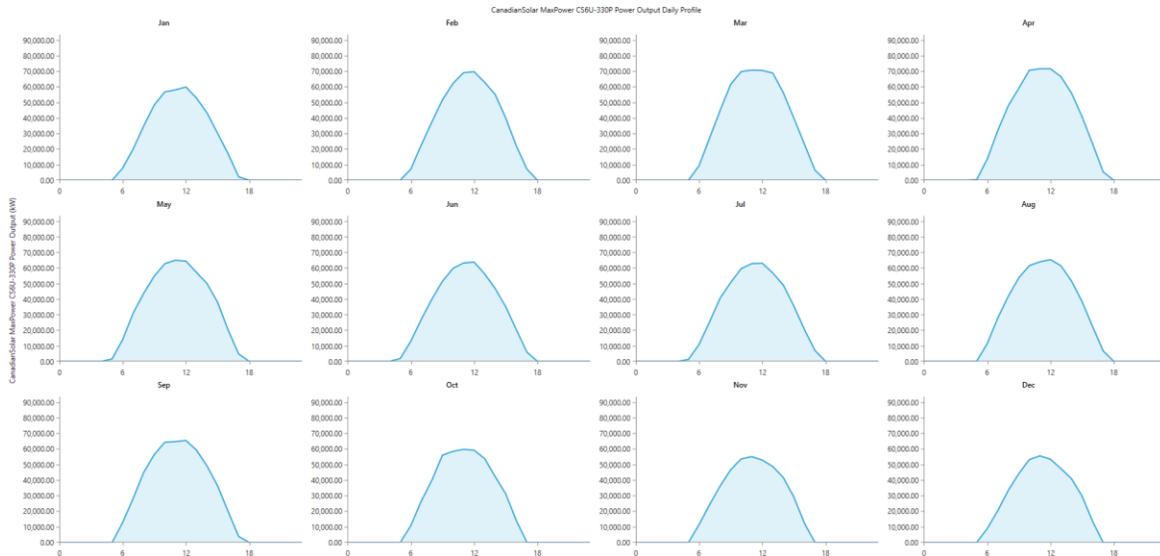
Figura 19. Perfil de carga mensual para el año 2019.



Fuente: Homer Pro.

En la figura 20 se muestra la curva de generación de la planta solar, en donde se puede apreciar que empieza producir energía aproximadamente a las 6:00 am y luego de las 5:00 pm su producción se ve drásticamente reducida.

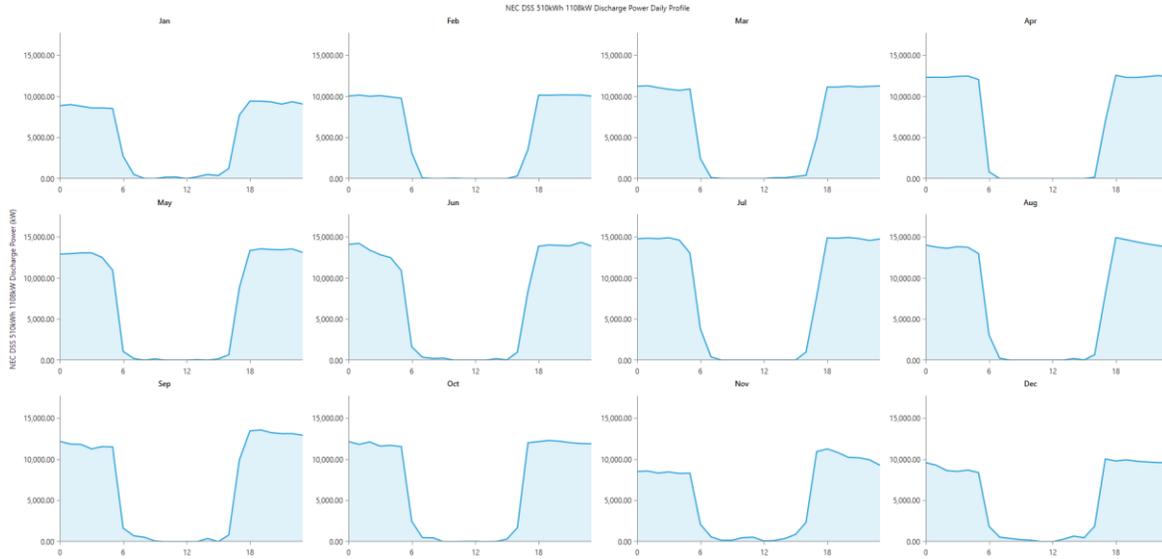
Figura 20. Curva de generación de la planta solar para el año 2019.



Fuente: Homer Pro.

El sistema de baterías se carga durante el día con la energía producida por la planta solar y se descarga durante las horas de la noche. En la figura 21 se muestra la curva de descarga de las baterías.

Figura 21. Curva de descarga del sistema de baterías para el año 2019.



Fuente: Homer Pro.

4.5.2 TAMAÑO

El área total que la planta abarcará será de 4.06km² para el año 13, representando una pequeña fracción de la extensión territorial de la isla. El tamaño físico de la planta se determinó utilizando Helioscope para ubicar los paneles solares y otros equipos en el terreno de la isla. De acuerdo al programa el tamaño de la planta tiene el siguiente comportamiento:

1. Primera etapa: Abarca 1.20km².
2. Segunda etapa: Abarca 0.50km².
3. Tercera etapa: Abarca 0.34km².
4. Cuarta etapa: Abarca 0.82km².
5. Quinta etapa: Abarca 1.20km².

4.5.3 INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN

Para que una planta fotovoltaica con sistema de almacenamiento pueda generar y almacenar energía eléctrica para luego distribuirla hacia los consumidores se necesitan los siguientes elementos:

1. Panel fotovoltaico: Es el dispositivo que en un principio se encarga de generar electricidad (en corriente continua) a través de la captación de radiación solar.
2. Inversor: Este equipo transforma la electricidad producida en corriente continua a corriente alterna para que pueda ser transportada y utilizada por los usuarios finales.
3. Dispositivos de protección: Se usan para asegurar la integridad de las instalaciones y el personal ante perturbaciones eléctricas que puedan ocurrir en la planta.
4. Transformador de potencia: Este se utiliza para elevar el nivel de voltaje al punto que permita su transmisión o distribución con pérdidas pequeñas.
5. Sistema de almacenamiento: Consta de acumuladores de descarga profunda elaborados con elementos de iones de litio, sistemas de protección por emisiones de gases explosivos ya que en este tipo de sistemas es muy común que ocurran, y también cuentan con sistemas de protección contra sobrecargas y monitoreo en tiempo real.

La potencia instalada de la planta en cada una de las etapas se determinó mediante las simulaciones en Homer, el cual señaló que la potencia necesaria para la operación de la planta en el primer año es de 100MW y en el año 13 esta debe tener una potencia instalada de 350MW.

4.5.4 PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Al tratarse de una planta fotovoltaica, está producirá electricidad siempre haya radiación solar incidiendo sobre los paneles, no necesita planificación de la producción, ya que esta depende únicamente de la existencia del recurso solar.

Por otro lado, en lugar de planificación de la producción, podemos obtener una estimación de la producción basado en los datos históricos de la radiación en la isla. A continuación, se

muestra la figura 22 que ilustra dicha estimación por mes al durante el primer año de operación de la planta:

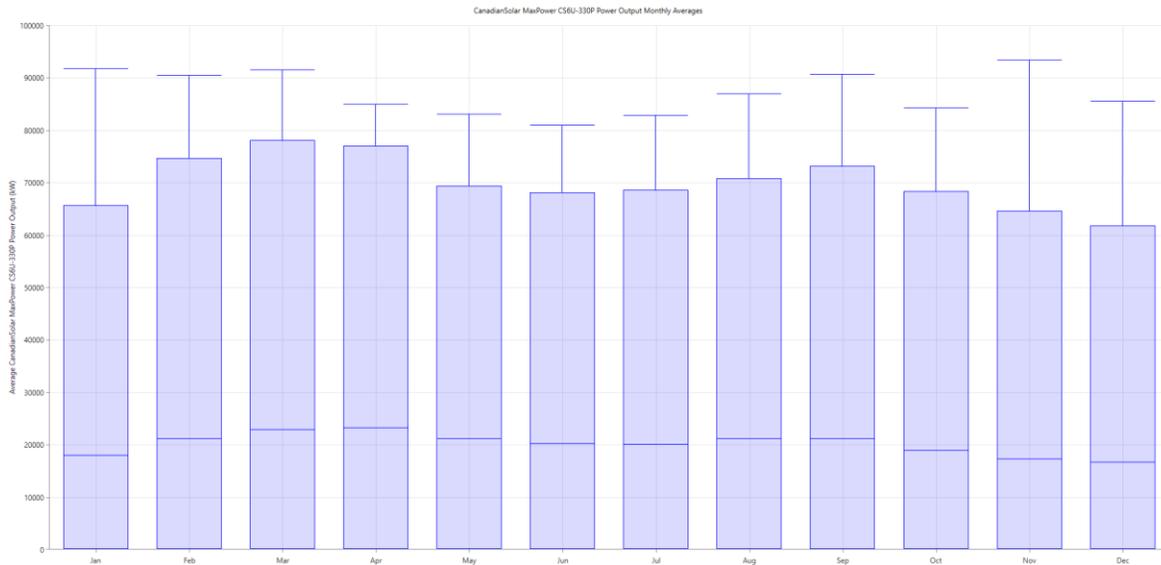


Figura 22. Producción de energía eléctrica estimada para el año 2019.

Fuente: Homer Pro.

4.5.5 DISPONIBILIDAD DE INSUMOS

Una planta fotovoltaica necesita pocos insumos para su funcionamiento, ya que para que produzca energía solo se requiere que la radiación solar incida sobre los paneles solares. Entre los insumos más importantes se pueden señalar: herramientas, servicios públicos, vehículo, entre otros.

4.5.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La potencia con la que se puede extraer energía depende de la hora del día, ya que en ciertas horas la radiación que proporciona el sol varía, pudiendo ser mayor o menor desde su relación atmosférica, al igual que los cambios climáticos y las latitudes, que también afectan a la hora de poder obtener la energía solar.

La radiación es aprovechable solo cuando la luz está concentrada en el punto específico o esparcido alrededor del mismo, debido a que la luz directa es fácil para reflejarse y concentrarse

para su utilización, mientras que la luz emitida por el reflejo de los cambios climáticos o diversos factores como las nubes no pueden ser reflejados y por ende no pueden ser utilizados. (RedaccionestampacionesJom, 2018)

El transformar fotón en energía eléctrica o voltaica es un proceso que pasa por las placas de semiconductores, que usan la radiación solar para poder realizar un ciclo termodinámico convencional a partir del calentamiento del aceite térmico a altas temperaturas, que lo llevan a producir la electricidad que es usada por la humanidad y que toma hoy en día el primer puesto de la energía renovable más usada a nivel mundial. (RedaccionestampacionesJom, 2018)

4.5.7 PLANIFICACIÓN ORGANIZACIONAL

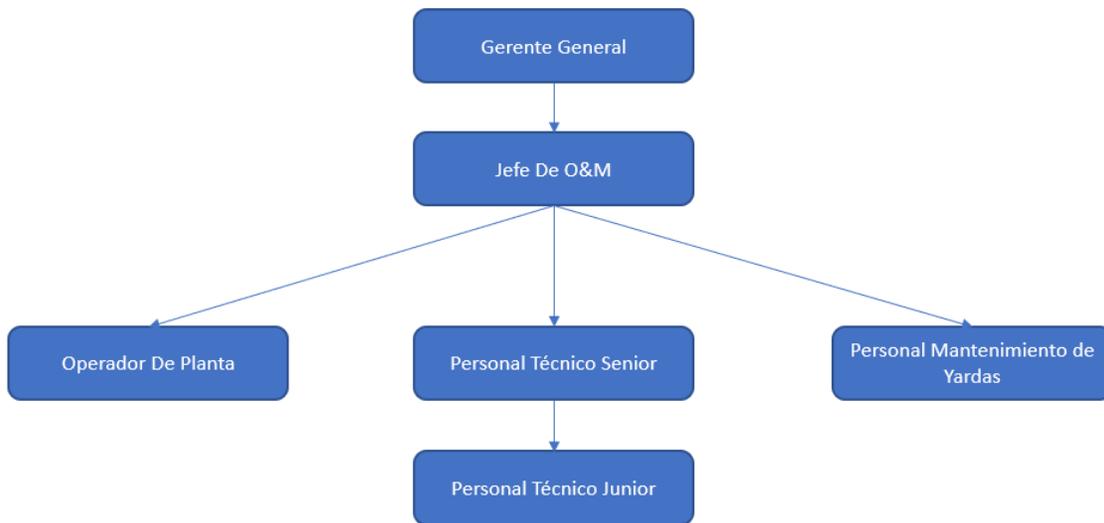
4.5.7.1 DESCRIPCIÓN DE PUESTOS

En la tabla 12 se muestran los perfiles y la estructura organizacional que se necesitan para la operación de la planta fotovoltaica.

Tabla 12. Estructura organizacional.

	PERFIL Y DESCRIPCIÓN DE PUESTO	
CARGO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ULTIMA REVISIÓN
GERENTE GENERAL	01/05/2018	08/05/2018
GERENCIA / DIRECCIÓN	JEFATURA	AREA
N/A	N/A	FINANZAS
JEFE	COLATERALES	CARGOS QUE LE REPORTAN
SOCIOS	N/A	INGENIERO DE O&M
ORGANIGRAMA		

Organigrama Planta Fotovoltaica Roatán



OBJETIVO GENERAL (QUÉ Y PARA QUÉ)

Administrar los recursos financieros relacionados con el proceso de negocios, diseñando las políticas y procedimientos a seguir en materia presupuestal, flujos de efectivo, análisis financiero, movilidad del personal y control del gasto administrativo; garantizando el suministro oportuno de los recursos necesariamente requeridos los proyectos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	INDICADORES DE DESEMPEÑO
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantener actualizados los libros contables de la organización ✓ Manejar el área de RRHH de la organización ✓ Ejecutar los procesos administrativos de la empresa 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cumplimiento del presupuesto

FUNCIONES

- a) Elaboración de planillas
- b) Reembolsos de viáticos
- c) Elaboración de libros contables
- d) Ejecución de trámites de RRHH
- e) Facturación y cobros
- f) Control de vehículos y equipo de medición
- g) Encaminar sus esfuerzos a generar una política de cumplimiento de calidad en las diferentes tareas o productos realizados en su área de responsabilidad.
- h) Realizar otras funciones que le sean asignadas por la Jefatura del departamento, en caso de que sean requeridas para el fortalecimiento de las actividades de gestión.

PERFIL

<p>PERSONALIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> Proactivo, organizado, honesto, con capacidad para la toma de decisiones, capaz de trabajar bajo presión en base a cumplimiento de metas, facilidad para trabajar en equipo. 	<p>ACADÉMICO</p> <p>Carrera Profesional:</p> <ul style="list-style-type: none"> Licenciado/Ingeniero <p>Instrucción o Grado Académico:</p> <ul style="list-style-type: none"> Licenciatura/Ingeniero <p>Estudios y Especialización:</p> <p>Maestría en administración de proyectos Control de ingresos/egresos Leyes tributarias/Leyes laborales</p> <p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ingles intermedio (80%)
---	---

EXPERIENCIA LABORAL

Mínimo tres años de experiencia en puestos similares.

OTROS REQUERIMIENTOS

Interpretación de estados

Capacidad de mando, liderazgo

COMPETENCIAS				
1. COMPETENCIAS COGNITIVAS	PROMEDIO	PROMEDIO SUPERIOR	SUPERIOR	MUY SUPERIOR
Inteligencia General			X	
Razonamiento Lógico		X		
Razonamiento Numérico			X	
Organización y Planificación		X		
Persuasión		X		
2. COMPETENCIA EN EL AREA DE PERSONALIDAD	PROMEDIO	PROMEDIO SUPERIOR	SUPERIOR	MUY SUPERIOR
Estabilidad Emocional		X		
Seguridad en sí mismo		X		
Control de impulsos		X		
Empatía		X		
Dinamismo			X	
Sociabilidad		X		
3. COMPETENCIAS LABORALES	PROMEDIO	PROMEDIO SUPERIOR	SUPERIOR	MUY SUPERIOR
Responsabilidad			X	
Orden		X		
Trabajo en equipo		X		
Trabajo en base a resultados	X			
Tolerancia a la presión		X		
Adaptación a las normas		X		
Atención y Servicio al Cliente	X			

PERFIL Y DESCRIPCIÓN DE PUESTO		
CARGO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ULTIMA REVISIÓN
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	01/05/2018	08/05/2018
GERENCIA / DIRECCIÓN	JEFATURA	AREA
N/A	O&M	N/A
JEFE	COLATERALES	CARGOS QUE LE REPORTAN
GERENTE GENERAL	N/A	OPERADOR DE PLANTA, PERSONAL TECNICO Y MANT. YARDA
ORGANIGRAMA		
<h3>Organigrama Planta Fotovoltaica Roatán</h3> <pre> graph TD GG[Gerente General] --> JO[M Jefe De O&M] JO --> OP[Operador De Planta] JO --> PTS[Personal Técnico Senior] JO --> PMY[Personal Mantenimiento de Yards] PTS --> PTJ[Personal Técnico Junior] </pre>		
OBJETIVO GENERAL (QUÉ Y PARA QUÉ)		
Realizar reporte de generación de energía diaria e indicadores de rendimiento de la planta, mantenimiento preventivo y correctivo de la planta, que comprende el reemplazo de equipos, integración de señales, pruebas de comunicación y pruebas funcionales.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	INDICADORES DE DESEMPEÑO	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantener la planta en continua operación. ✓ Mantener constante monitoreo de funcionalidad de la planta. ✓ Preservar el orden en el área de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiempo real vs Presupuesto ✓ Evaluación anual 	

FUNCIONES

- i) Entrenamiento cruzado de personal nuevo/existente.
- j) Realizar reportes diarios de energía generada por la planta.
- k) Supervisar las instalaciones de la planta.
- l) Programación de inversores.
- m) Configuración de seguidores
- n) Configuración de dispositivos de monitoreo continuo.
- o) Pruebas de transformadores e inversores
- p) Mantenimiento de baterías
- q) Operación de equipo de pruebas de inversores.
- r) Encaminar sus esfuerzos a generar una política de cumplimiento de calidad en las diferentes tareas o productos realizados en su área de responsabilidad.
- s) Realizar otras funciones que le sean asignadas por la Jefatura del departamento, en caso que sean requeridas para el fortalecimiento de las actividades de la gestión.

PERFIL

PERSONALIDAD

- Proactivo, organizado, honesto, con capacidad para la toma de decisiones, capaz de trabajar bajo presión en base a cumplimiento de metas, facilidad para trabajar en equipo.

ACADÉMICO

Carrera Profesional:

- Ing. Electricista

Instrucción o Grado Académico:

- Ingeniero

Estudios y Especialización:

Circuitos de control
 Funcionamiento de paneles solares
 Funcionamiento de inversores
 Interpretación de parámetros (radiación, temperatura, viento etc.)
 Operación de SCADA
 Protección de sistemas de potencia

Otros:

- Plataformas de monitoreo
- Funcionamiento de equipos de desconexión en S.E.
- Ingles intermedio (60%)

EXPERIENCIA LABORAL

Mínimo tres años de experiencia en operación de plantas solares. (Deseable)

OTROS REQUERIMIENTOS

Manejo de equipos de instrumentación
 Manejo de AutoCAD para dibujos de planos eléctricos
 Configuración de sensores
 Interpretación de eficiencia de planta
 Revisión de módulos fotovoltaicos
 Conocimiento de normas y procedimientos de seguridad industrial

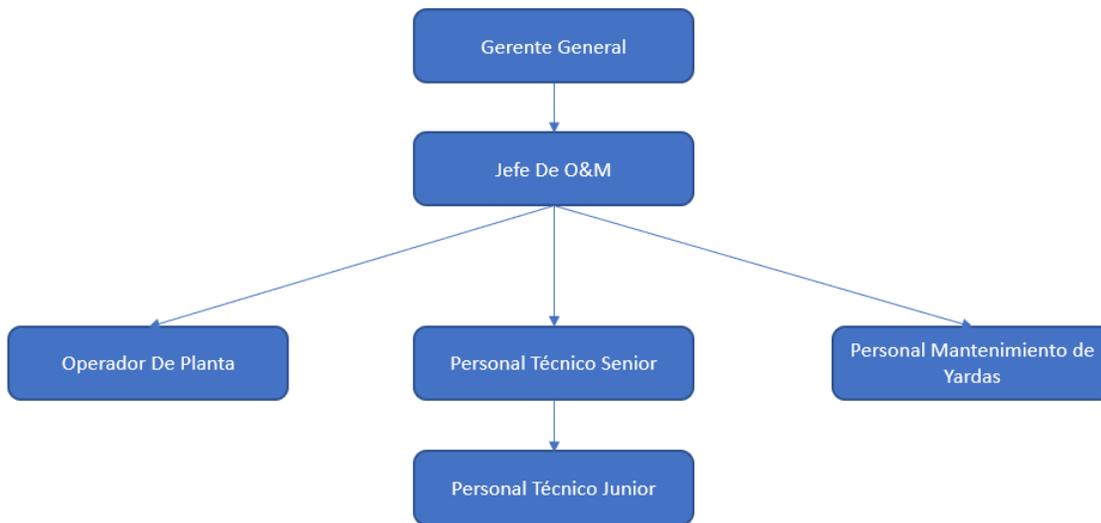
COMPETENCIAS

1. COMPETENCIAS COGNITIVAS	PROMEDIO	PROMEDIO SUPERIOR	SUPERIOR	MUY SUPERIOR
Inteligencia General		X		

Razonamiento Lógico			X	
Razonamiento Numérico		X		
Organización y Planificación			X	
Persuasión	X			
2. COMPETENCIA EN EL AREA DE PERSONALIDAD	PROMEDIO	PROMEDIO SUPERIOR	SUPERIOR	MUY SUPERIOR
Estabilidad Emocional		X		
Seguridad en sí mismo		X		
Control de impulsos	X			
Empatía	X			
Dinamismo			X	
Sociabilidad	X			
3. COMPETENCIAS LABORALES	PROMEDIO	PROMEDIO SUPERIOR	SUPERIOR	MUY SUPERIOR
Responsabilidad			X	
Orden		X		
Trabajo en equipo		X		
Trabajo en base a resultados		X		
Tolerancia a la presión		X		
Adaptación a las normas	X			
Atención y Servicio al Cliente			X	

	PERFIL Y DESCRIPCIÓN DE PUESTO	
CARGO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ULTIMA REVISIÓN
OPERADOR DE PLANTA	01/05/2018	08/05/2018
GERENCIA / DIRECCIÓN	JEFATURA	AREA
N/A	N/A	N/A
JEFE	COLATERALES	CARGOS QUE LE REPORTAN
JEFE O&M	PERSONAL TECNICO Y MANT. YARDA	N/A
ORGANIGRAMA		

Organigrama Planta Fotovoltaica Roatán



OBJETIVO GENERAL (QUÉ Y PARA QUÉ)

Interpretación de los indicadores de rendimiento de la planta, monitoreo contante de la planta y notificación de fallas del sistema.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Mantener la planta en continua operación.
- ✓ Mantener constante monitoreo de funcionalidad de la planta.
- ✓ Reporte e identificación de puntos de fallas.

INDICADORES DE DESEMPEÑO

- ✓ Tiempo real vs Presupuesto
- ✓ Evaluación anual

FUNCIONES

- t) Realizar reportes diarios de energía generada por la planta.
- u) Monitoreo de planta
- v) Operación de sistema SCADA
- w) Identificación de fallas en paneles e inversores
- x) Encaminar sus esfuerzos a generar una política de cumplimiento de calidad en las diferentes tareas o productos realizados en su área de responsabilidad.
- y) Realizar otras funciones que le sean asignadas por la Jefatura del departamento, en caso de que sean requeridas para el fortalecimiento de las actividades de la gestión.

PERFIL

PERSONALIDAD

- Proactivo, organizado, honesto, con capacidad para la toma de decisiones, capaz de trabajar bajo presión en base a cumplimiento de metas, facilidad para trabajar en equipo.

ACADÉMICO

Carrera Profesional:

- Ing. Electricista

Instrucción o Grado Académico:

- Ingeniero

	<p>Estudios y Especialización: Interpretación de parámetros (radiación, temperatura, viento etc.) Operación de SCADA</p> <p>Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Plataformas de monitoreo ➤ Funcionamiento de equipos de desconexión en S.E. ➤ Ingles intermedio (60%)
--	--

EXPERIENCIA LABORAL

Mínimo tres años de experiencia en operación de plantas solares. (Deseable)

OTROS REQUERIMIENTOS

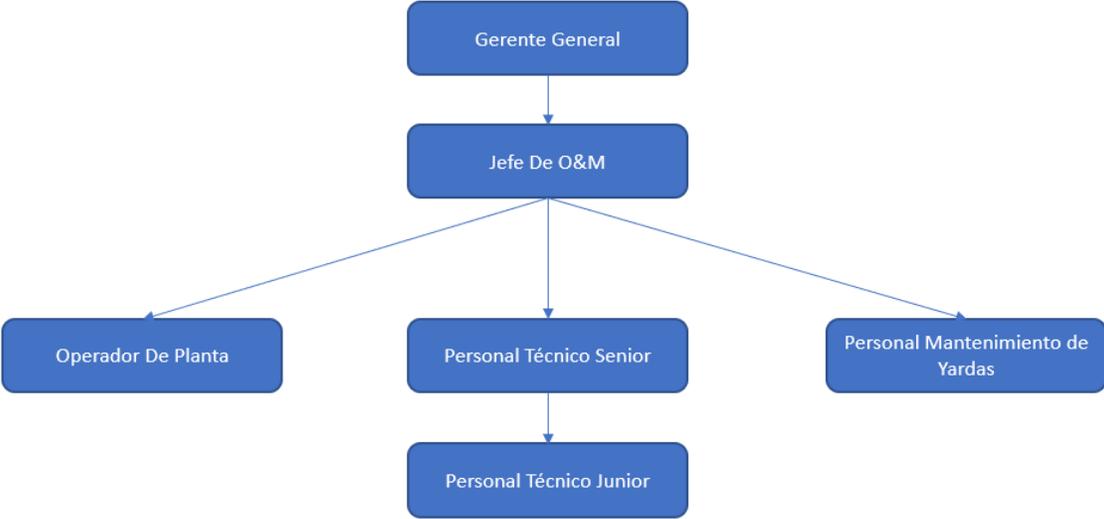
Interpretación de señales de sensores
Interpretación de eficiencia de planta
Conocimientos básicos de módulos fotovoltaicos
Conocimiento de normas y procedimientos de seguridad industrial

COMPETENCIAS				
1. COMPETENCIAS COGNITIVAS	PROMEDIO	PROMEDIO SUPERIOR	SUPERIOR	MUY SUPERIOR
Inteligencia General		X		
Razonamiento Lógico			X	
Razonamiento Numérico		X		
Organización y Planificación			X	
Persuasión	X			
2. COMPETENCIA EN EL AREA DE PERSONALIDAD	PROMEDIO	PROMEDIO SUPERIOR	SUPERIOR	MUY SUPERIOR
Estabilidad Emocional		X		
Seguridad en sí mismo		X		
Control de impulsos	X			
Empatía	X			
Dinamismo			X	
Sociabilidad	X			
3. COMPETENCIAS LABORALES	PROMEDIO	PROMEDIO SUPERIOR	SUPERIOR	MUY SUPERIOR
Responsabilidad			X	
Orden		X		
Trabajo en equipo		X		
Trabajo en base a resultados		X		
Tolerancia a la presión		X		
Adaptación a las normas	X			
Atención y Servicio al Cliente			X	
	PERFIL Y DESCRIPCIÓN DE PUESTO			
CARGO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ULTIMA REVISIÓN		

TÉCNICO ELECTRICISTA SENIOR	01/05/2018	05/05/2018
GERENCIA / DIRECCIÓN	JEFATURA	AREA
N/A	N/A	TALLER
JEFE	COLATERALES	CARGOS QUE LE REPORTAN
OPERADOR DE PLANTA	N/A	N/A

ORGANIGRAMA

Organigrama Planta Fotovoltaica Roatán



OBJETIVO GENERAL (QUÉ Y PARA QUÉ)

Ejecutar las actividades relacionadas con la instalación de equipos en campo, verificación de fallas y trabajos de mantenimiento de equipos en la planta.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	INDICADORES DE DESEMPEÑO
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar proyectos en el tiempo adecuado. ✓ Mantener la condición de herramientas y equipo. ✓ Optimizar el uso de materiales por proyecto. ✓ Preservar el orden en el área de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiempo real vs Presupuesto ✓ Hoja de pruebas de equipos ✓ Evaluación anual

FUNCIONES

- z) Entrenamiento cruzado de personal nuevo/existente.
- aa) Montaje de equipo de monitoreo de la planta.
- bb) Cumplimiento de los métodos y procedimientos de trabajo óptimos en el área de trabajo asignado.
- cc) Responsable del correcto uso de los equipos abarcando temas como cumplimiento de protocolo de encendido y apagado, limpieza, lubricación, mantenimientos menores, cambios de estilos.
- dd) Verificar el consumo y calidad de los materiales utilizados en paneles.
- ee) Llenar apropiadamente el reporte semanal de actividades.
- ff) Mantener el orden y limpieza del taller y del área de trabajo en las instalaciones.

- gg) Encaminar sus esfuerzos a generar una política de cumplimiento de calidad en las diferentes tareas o productos realizados en su área de responsabilidad.
- hh) Realizar otras funciones que le sean asignadas por la Jefatura del departamento, en caso que sean requeridas para el fortalecimiento de las actividades de la gestión.

PERFIL

PERSONALIDAD

- Proactivo, organizado, honesto, con capacidad para la toma de decisiones, capaz de trabajar bajo presión en base a cumplimiento de metas, facilidad para trabajar en equipo.

ACADÉMICO

Carrera Profesional:

- Técnico Electricista industrial

Instrucción o Grado Académico:

- Técnico

Estudios y Especialización:

Circuitos de mando
Electricidad Industrial

Otros:

- Seguridad industrial
- AutoCAD
- Excel básico
- Inglés básico (40%)

EXPERIENCIA LABORAL

Mínimo un año de experiencia como electricista industrial en armado y revisión de paneles. (Deseable)

OTROS REQUERIMIENTOS

Manejo de conceptos de electricidad básica
Manejo de circuitos de mando
Programación básica de sensores (Rango Menor)
Manejo de paneles de fuerza
Manejo de equipos de instrumentación
Manejo de AutoCAD para dibujos de planos eléctricos
Manejo de instalaciones eléctricas
Manejo de herramientas de uso eléctrico
Conocimiento de equipos de protección eléctrica
Manejo de equipos eléctricos de control
Conocimiento de normas y procedimientos de seguridad industrial

COMPETENCIAS

1. COMPETENCIAS COGNITIVAS	PROMEDIO	PROMEDIO SUPERIOR	SUPERIOR	MUY SUPERIOR
Inteligencia General	X			
Razonamiento Lógico			X	
Razonamiento Numérico	X			
Organización y Planificación			X	
Persuasión	X			
2. COMPETENCIA EN EL AREA DE PERSONALIDAD	PROMEDIO	PROMEDIO SUPERIOR	SUPERIOR	MUY SUPERIOR
Estabilidad Emocional		X		
Seguridad en sí mismo	X			
Control de impulsos	X			
Empatía	X			
Dinamismo			X	

Sociabilidad	X			
3. COMPETENCIAS LABORALES	PROMEDIO	PROMEDIO SUPERIOR	SUPERIOR	MUY SUPERIOR
Responsabilidad			X	
Orden		X		
Trabajo en equipo		X		
Trabajo en base a resultados		X		
Tolerancia a la presión	X			
Adaptación a las normas	X			
Atención y Servicio al Cliente			X	

Fuente: Elaboración propia.

4.5.7.2 SALARIOS

En base a los estudios preliminares que determinaron la necesidad de personal con diferentes conocimientos, experiencia, habilidades y en vista de lo que se les exige, el cuadro de los sueldos por puestos se desglosa en la tabla 13.

Tabla 13. Salarios del personal involucrado en operación y mantenimiento de la planta.

Cargo	Salario mensual	Salario Anual	Número de personas	Total
Gerente general	\$5,700.00	\$79,800.00	1	\$79,800.00
Jefe de operación y mantenimiento	\$2,500.00	\$35,000.00	1	\$35,000.00
Operador de planta	\$800.00	\$11,200.00	1	\$11,200.00
Personal técnico senior	\$400.00	\$5,600.00	2	\$11,200.00
Personal técnico junior	\$350.00	\$4,900.00	2	\$9,800.00
Personal de mantenimiento de yarda	\$350.00	\$4,900.00	4	\$19,600.00
Total				\$166,600.00

Fuente: Elaboración propia.

4.5.8 DETERMINACIÓN JURÍDICO LEGAL

Trámites para la constitución de una sociedad mercantil

1. Constitución y publicación (3-4 días)
2. Obtención de nota para emisión de certificado de depósito ante notario. La solicitud verbal debe contener la siguiente información:

3. Tipo de sociedad y nombre de la misma
4. Capital social.
5. Nombre del gerente o representante legal. (Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social, s.f.)

Solicitud de elaboración de escritura pública de constitución ante notario. Documentación a presentar:

1. Registro Tributario Nacional (RTN): se solicita ante la Dirección Ejecutiva de Ingresos (DEI) ahora la SAR, 1 día.
2. Documento de identidad
3. Certificado de depósito
4. Firma de escritura ante notario y recepción de aviso de publicación
5. Publicación de aviso de declaración de sociedad mercantil en el Diario Oficial La Gaceta (780 lempiras) o en un periódico de mayor circulación (190 - 355 lempiras según periódico).
6. Pago y recepción de testimonio de escritura pública (inmediato). Los honorarios del notario varían desde el 5% del importe del capital (hasta 24,375 lempiras) al 3% del importe del capital (más de 24,375 lempiras). (Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social, s.f.)

Inscripción en el Registro Mercantil ante la Cámara de Comercio e Industria. Cuando el capital no excede de 1,000 lempiras, el pago es de 205 lempiras, para capital superior a 1,000 lempiras son 205 lempiras más el 0,15% del excedente de capital (1 día)

Registro en la Cámara de Comercio e Industria local (1 día). La inscripción es válida por cinco años y su coste es:

1. Para empresas cuyo capital es de hasta 201,520 lempiras son 593 lempiras.
2. Para empresas cuyo capital es de hasta 403,015 lempiras son 863 lempiras.
3. Para empresas cuyo capital es de hasta 705,295 lempiras son 1,862 lempiras.
4. Para empresas cuyo capital es más de 705,295 lempiras son 3,025 lempiras.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Inscripción de la sociedad en el Registro Tributario Nacional (RTN) ante la Dirección Ejecutiva de Ingresos (DEI) ahora la SAR.
2. Obtención del permiso de operación ante la Alcaldía Municipal (1-3 días). Coste aproximado del procedimiento 1,403 lempiras.
3. Registro del Impuesto sobre Ventas y adquisición de autorización de libros contables ante la Secretaría de Finanzas (2 días).
4. Afiliación al Instituto Hondureño de Seguridad Social (15-30 días). La compañía está obligada a contribuir con el 5% del salario de cada empleado para cubrir los supuestos de enfermedad y maternidad (EM) más un 2% para invalidez, vejez y muerte (IVM).
5. Afiliación al Instituto Nacional de Formación Profesional (inmediato). La empresa está obligada a contribuir con el 1% del total de las nóminas de sus empleados al Instituto Nacional de Formación Profesional, INFOP.
6. Afiliación al Régimen de Aportación al Fondo Social de la Vivienda (empresas con más de 10 trabajadores; inmediato). La empresa abona 1,5% del salario de cada empleado al Régimen de Aportación (RAP) y al Fondo Social de la Vivienda (FOSOVI). (Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social, s.f.)

4.6 ESTUDIO FINANCIERO

Esta la parte del estudio en donde se demuestra si la inversión es rentable o no.

4.6.1 CAPITAL DE TRABAJO

Para calcular el capital de trabajo se tomaron en cuenta las cuentas por cobrar y las cuentas por pagar. Las cuentas por cobrar son los ingresos por venta de energía para los cuales se tomó como tiempo de espera 45 días. Estos ingresos se incrementan a razón del 9% anual debido a que se consideró un incremento de 3% a la tarifa de la energía y 6% de aumento en la demanda. Las cuentas por pagar son los costos operativos de la planta incluyendo pago de salarios, servicios

públicos y otros gastos necesarios para su operación, se pagarán mensualmente. En la tabla 14 se muestra el capital de trabajo del proyecto.

Tabla 14. Capital de trabajo del proyecto.

Año	Cuentas por cobrar	Cuentas por pagar	Capital de Trabajo Neto
1	\$ 3,847,500	\$ 300,265	\$ 3,547,235
2	\$ 4,200,701	\$ 312,787	\$ 3,887,913
3	\$ 4,586,325	\$ 325,935	\$ 4,260,389
4	\$ 5,007,349	\$ 339,741	\$ 4,667,608
5	\$ 5,467,024	\$ 347,162	\$ 5,119,862
6	\$ 5,968,897	\$ 362,383	\$ 5,606,514
7	\$ 6,516,842	\$ 385,440	\$ 6,131,402
8	\$ 7,115,088	\$ 395,504	\$ 6,719,583
9	\$ 7,768,253	\$ 409,533	\$ 7,358,720
10	\$ 8,481,378	\$ 436,377	\$ 8,045,001
11	\$ 9,259,969	\$ 440,828	\$ 8,819,141
12	\$ 10,110,034	\$ 457,572	\$ 9,652,462
13	\$ 11,038,135	\$ 490,445	\$ 10,547,690
14	\$ 12,051,436	\$ 493,811	\$ 11,557,625
15	\$ 13,157,758	\$ 513,830	\$ 12,643,927
16	\$ 13,552,491	\$ 520,657	\$ 13,031,834
17	\$ 13,959,065	\$ 546,690	\$ 13,412,376
18	\$ 14,377,837	\$ 574,024	\$ 13,803,813
19	\$ 14,809,172	\$ 602,725	\$ 14,206,447
20	\$ 33,188,444	\$ 632,861	\$ 32,555,583

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2 PLAN DE INVERSIÓN

Para determinar el monto de las inversiones a realizar en cada etapa del proyecto se utilizaron los siguientes criterios:

1. El costo de una vara cuadrada es de \$20 y la planta abarcará 5,818,910 varas cuadradas (4.06km²).
2. El costo de un kW de paneles solares es \$900.
3. El costo de un kW de potencia de inversor es \$140.

4. El costo de un kWh de capacidad de baterías es \$400.
5. El costo de las labores de montaje y cableado es de 2.5% del valor de los paneles, inversores y baterías.

El plan de inversiones que se muestra en la tabla 15 ilustra los gastos que se tendrán en cada etapa del proyecto.

Tabla 15. Plan de inversión.

	PLAN GLOBAL DE INVERSIONES 1-3	PLAN GLOBAL DE INVERSIONES 4-6	PLAN GLOBAL DE INVERSIONES 7-9	PLAN GLOBAL DE INVERSIONES 10-12	PLAN GLOBAL DE INVERSIONES 13-15
INVERSIONES	MONTO USD (\$)	MONTO USD (\$)	MONTO USD (\$)	MONTO USD (\$)	MONTO USD (\$)
GASTOS FINANCIEROS Y LEGALES					
Intereses Durante la Construcción	\$16,500,000	\$3,000,000	\$ 2,000,000	\$ 3,450,000	\$ 5,000,000
Comisiones Financieras					
Deuda Principal	\$ 5,000,000	\$ 265,000	\$ 200,000	\$ 200,000	\$ 350,000
Gastos Legales	\$ 3,500,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Sub total	\$ 25,000,000	\$3,265,000	\$ 2,200,000	\$ 3,650,000	\$ 5,350,000
GASTOS DE DESARROLLO E INGENIERIA					
Permisos de construcción	\$ 35,000	\$ 35,000	\$ 35,000	\$ 35,000	\$ 35,000
Gastos de pre-inversión	\$ 200,000	\$ 200,000	\$200,000	\$ 200,000	\$ 200,000
Gastos administrativos	\$ 96,029	\$ 96,029	\$ 96,029	\$ 96,029	\$ 96,029
Capital de trabajo	\$ 200,000	\$ 200,000	\$ 200,000	\$ 200,000	\$ 200,000
Gastos pre-operativos	\$ 20,000	\$ 20,000	\$ 20,000	\$ 20,000	\$ 20,000

Continuación de la tabla 15.

INVERSIONES	MONTO USD (\$)				
Ingeniería de Factibilidad y Diseño	\$ 225,000	\$ 150,000	\$ 130,000	\$ 150,000	\$ 150,000
Sub total	\$ 776,029	701,029	681,029	701,029	701,029
EPC CIVIL					
Compra de terrenos	\$116,378,200	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Movilización, campamentos	\$ 150,000	\$ 50,000	\$ 50,000	\$ 50,000	\$ 50,000
Cuarto de control	\$ 13,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 13,000
Obra civil	\$ 1,900,000	\$ 50,000	\$ 800,000	\$ 1,000,000	\$ 1,900,000
Sub total	\$ 18,441,200	\$ 1,000,000	\$ 850,000	\$ 1,050,000	\$ 1,963,000
EPC ELECTROMECAÁNICO					
Suministro e instalación de paneles solares	\$ 90,909,300	\$ 45,454,800	\$ 27,273,000	\$ 63,636,600	\$ 90,909,300
Suministro e instalación de sistema de baterías	\$ 101,745,000	\$5,355,000	\$ 21,420,000	\$ 16,065,000	\$ 21,420,000
Suministro e instalación de inversores	\$ 4,032,000	\$ -	\$ -	\$ 806,400	\$ 806,400
Labores de montaje y cableado varias	\$ 4,917,158	\$ 1,270,245	\$ 1,217,325	\$ 2,012,700	\$ 2,828,393
Línea de distribución y otros equipos de potencia	\$ 1,000,000	\$ -	\$ -	\$ 1,000,000	\$ -
Repuestos	\$ 3,933,726	\$ 1,016,196	\$ 973,860	\$ 1,610,160	\$ 2,262,714

Continuación de la tabla 15.

INVERSIONES	MONTO USD (\$)				
SCADA	\$ 30,000	\$ 15,000	\$ 15,000	\$ 15,000	\$ 15,000
Sub total	\$206,567,184	\$53,111,241	\$ 50,899,185	\$ 85,145,860	\$ 118,241,807
OTROS					
Supervisión	\$ 25,000	\$ 25,000	\$ 25,000	\$ 25,000	\$ 25,000
Inversión social, ambiental	\$ 300,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Imprevistos	\$ 16,250,419	\$2,705,562	\$ 2,587,459	\$ 4,309,793	\$ 6,010,240
Sub total	\$ 16,575,419	\$2,730,562	\$ 2,612,459	\$ 4,334,793	\$ 6,035,240
TOTAL INVERSIONES	\$367,359,831	\$ 60,807,832	\$ 57,242,673	\$94,881,682	\$ 132,291,075

Fuente: Elaboración propia

4.6.3 ESTRUCTURA DE CAPITAL

La tabla 16 ilustra la estructura de capital que se utiliza para financiar las operaciones de la empresa y bajo la cual se planea operar; consistente de 30% de aportación de los accionistas y 70% provenientes del préstamo. La tasa de interés del préstamo bancario y la tasa de descuento para el accionista de este proyecto fueron consultadas con un especialista en proyectos de energía fotovoltaica Carles Farres, el cual nos aseguró que la tasa de interés de bancos internacionales para este tipo de proyectos es del ocho al diez por ciento y la tasa de descuento que un inversionista puede esperar ronda entre el 12 al 20%.

Tabla 16. Estructura de capital.

Fuente	Costo	Participación	CCPP
Préstamo bancario	8%	70%	5.60%
Aportación del accionista	12%	30%	3.60%
COSTO DE CAPITAL			9.20%

Fuente: Elaboración propia.

4.6.4 COSTOS DE CAPITAL

El costo de capital según se muestra en la tabla 16 es del 9.2%, ya que los costos para la aportación del accionista son de 12% y para el préstamo bancario son de 8%.

4.6.5 PRESUPUESTO DE INGRESOS

Para el cálculo de los ingresos se tomó como valor base para el precio de la energía 0.30 \$/kWh, este valor se incrementó a una tasa del 3% anual. Además, se consideró un aumento en la demanda del 6% anual. Estos dos valores dan como resultado un crecimiento del 9% anual en los ingresos del proyecto. La tabla 17 presenta el presupuesto de ingresos para el proyecto, estos se obtienen a través de la venta de energía.

Tabla 17. Presupuesto de ingresos.

Ingresos Operativos				
Años	Tarifa de Venta de Energía \$/kWh	Incremento Anual de la Tarifa	Volumen de Ventas de la Generación (kWh)	Ingresos por Venta de Energía
1	\$ 0.3	3%	104,025,000.00	\$ 31,207,500.00
2	\$ 0.309	3%	110,266,500.00	\$ 34,072,348.50
3	\$ 0.318	3%	116,882,490.00	\$ 37,200,190.09
4	\$ 0.328	3%	123,895,439.40	\$ 40,615,167.54
5	\$ 0.338	3%	131,329,165.76	\$ 44,343,639.92
6	\$ 0.348	3%	139,208,915.71	\$ 48,414,386.07
7	\$ 0.358	3%	147,561,450.65	\$ 52,858,826.71
8	\$ 0.369	3%	156,415,137.69	\$ 57,711,267.00
9	\$ 0.380	3%	165,800,045.95	\$ 63,009,161.31
10	\$ 0.391	3%	175,748,048.71	\$ 68,793,402.32
11	\$ 0.403	3%	186,292,931.63	\$ 75,108,636.65
12	\$ 0.415	3%	197,470,507.53	\$ 82,003,609.50
13	\$ 0.428	3%	209,318,737.98	\$ 89,531,540.85
14	\$ 0.441	3%	221,877,862.26	\$ 97,750,536.30
15	\$ 0.454	3%	235,190,534.00	\$ 106,724,035.53
16	\$ 0.467	3%	235,190,534.00	\$ 109,925,756.60

Continuación de la tabla 17.

Ingresos Operativos				
Años	Tarifa de Venta de Energía \$/kWh	Incremento Anual de la Tarifa	Volumen de Ventas de la Generación (kWh)	Ingresos por Venta de Energía
17	\$ 0.481	3%	235,190,534.00	\$ 113,223,529.30
18	\$ 0.496	3%	235,190,534.00	\$ 116,620,235.18
19	\$ 0.511	3%	235,190,534.00	\$ 120,118,842.23
20	\$ 0.526	3%	\$ 235,190,534.00	\$ 123,722,407.50

Fuente: Elaboración propia

4.6.6 PRESUPUESTO DE COSTOS Y GASTOS

Para determinar los costos y gastos del proyecto se utilizaron los siguientes valores anuales:

1. Para la operación se calcularon \$166,600 al primer año.
2. Para el mantenimiento de las instalaciones se asignaron \$15,000 inicialmente.
3. Para seguros se colocaron \$2,820,478 en el primer año.
4. Los gastos por servicios generales son \$30,000 durante el primer año.
5. Para la garantía bancaria se asignaron \$606,143 en el primer año.
6. Para la parte social y ambiental se destinaron \$15,000 para el primer año.

Para estos gastos se consideró una tasa de inflación de 5%, basados en la tasa de inflación interanual para Julio del 2018 mostrada en el Banco Central de Honduras (BCH). La tabla 18 representa la clasificación de los principales costos y gastos presupuestados para un período de 20 años, asociados a las operaciones de la planta solar.

Tabla 18. Presupuesto de costos y gastos.

Años	Operación	Mantenimiento	Seguros	Servicios Generales	Garantías	Social y Ambiental	Gastos de Operación
1	\$ 166,600.00	\$ 15,000.00	\$ 2,820,478.00	\$ 30,000.00	\$ 606,143.72	\$15,000.00	\$ 3,653,221.72
2	\$ 174,930.00	\$ 15,750.00	\$ 2,905,092.34	\$ 30,900.00	\$ 606,143.72	\$ 15,450.00	\$ 3,748,266.06
3	\$ 183,676.50	\$ 16,537.50	\$ 2,992,245.11	\$ 31,827.00	\$ 606,143.72	\$ 15,913.50	\$ 3,846,343.33

Continuación de la tabla 18.

A ñ os	Operación	Mantenimie nto	Seguros	Servicios Generales	Garantías	Social y Ambiental	Gastos de Operación
4	\$ 192,860.33	\$ 17,364.38	\$ 3,082,012.46	\$ 32,781.81	\$ 606,143.72	\$ 16,390.91	\$ 3,947,553.60
5	\$ 202,503.34	\$ 18,232.59	\$ 3,174,472.84	\$ 33,765.26	\$ 520,059.95	\$ 16,882.63	\$ 3,965,916.62
6	\$ 212,628.51	\$ 19,144.22	\$ 3,269,707.02	\$ 34,778.22	\$ 520,059.95	\$ 17,389.11	\$ 4,073,707.04
7	\$ 223,259.93	\$ 20,101.43	\$ 3,367,798.23	\$ 35,821.57	\$ 606,143.72	\$ 17,910.78	\$ 4,271,035.68
8	\$ 234,422.93	\$ 21,106.51	\$ 3,468,832.18	\$ 36,896.22	\$ 524,426.62	\$ 18,448.11	\$ 4,304,132.56
9	\$ 246,144.08	\$ 22,161.83	\$ 3,572,897.15	\$ 38,003.10	\$ 480,724.40	\$ 19,001.55	\$ 4,378,932.11
10	\$ 258,451.28	\$ 23,269.92	\$ 3,680,084.06	\$ 39,143.20	\$ 582,241.06	\$ 19,571.60	\$ 4,602,761.12
11	\$ 271,373.84	\$ 24,433.42	\$ 3,790,486.58	\$ 40,317.49	\$ 400,032.50	\$ 20,158.75	\$ 4,546,802.58
12	\$ 284,942.54	\$ 25,655.09	\$ 3,904,201.18	\$ 41,527.02	\$ 355,584.45	\$ 20,763.51	\$ 4,632,673.78
13	\$ 299,189.66	\$ 26,937.84	\$ 4,021,327.21	\$ 42,772.83	\$ 494,962.70	\$ 21,386.41	\$ 4,906,576.66
14	\$ 314,149.15	\$ 28,284.74	\$ 4,141,967.03	\$ 44,056.01	\$ 262,316.28	\$ 22,028.01	\$ 4,812,801.21
15	\$ 329,856.60	\$ 29,698.97	\$ 4,266,226.04	\$ 45,377.69	\$ 218,596.90	\$ 22,688.85	\$ 4,912,445.06
16	\$ 346,349.43	\$ 31,183.92	\$ 4,394,212.82	\$ 46,739.02	\$ -	\$ 23,369.51	\$ 4,841,854.71
17	\$ 363,666.91	\$ 32,743.12	\$ 4,526,039.21	\$ 48,141.19	\$ -	\$ 24,070.60	\$ 4,994,661.02
18	\$ 381,850.25	\$ 34,380.27	\$ 4,661,820.38	\$ 49,585.43	\$ -	\$ 24,792.71	\$ 5,152,429.05
19	\$ 400,942.76	\$ 36,099.29	\$ 4,801,675.00	\$ 51,072.99	\$ -	\$ 25,536.50	\$ 5,315,326.54
20	\$ 420,989.90	\$ 37,904.25	\$ 4,945,725.25	\$ 52,605.18	\$ -	\$ 26,302.59	\$ 5,483,527.17

Fuente: Elaboración propia

4.6.7 CUADROS DE DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES

La depreciación de esta planta toma en cuenta el hecho que la inversión es escalonada y los valores se reajustan en cada período de inversión. Inicialmente la planta posee un valor de \$367,359,831.21 de los cuales \$224,905,602.68 son activos fijos. En la tabla 19 se muestra la depreciación anual de activos la cual se realizó a 20 años. Y se asignó como valor de rescate el 1% del valor de la planta, según lo estipulado en la ley.

Tabla 19. Presupuesto de depreciación anual.

Depreciación				
Años	Depreciación anual de activos	Activos Fijos Brutos	Depreciación Acumulada	Activos Fijos Netos
0		\$ 224,905,602.68	\$224,905,602.68	\$ 224,905,602.68
1	\$ 22,265,654.66	\$ 224,905,602.68	\$ 22,265,654.66	\$ 202,639,948.01
2	\$ 22,265,654.66	\$ 224,905,602.68	\$ 44,531,309.33	\$ 180,374,293.35
3	\$ 22,265,654.66	\$ 281,747,405.73	\$66796963.99	\$ 214,950,441.73
4	\$ 27,892,993.17	\$ 281,747,405.73	\$ 94,689,957.16	\$ 187,057,448.56
5	\$ 27,892,993.17	\$ 281,747,405.73	\$ 122,582,950.33	\$ 159,164,455.40
6	\$ 27,892,993.17	\$ 336,109,049.98	\$ 150,475,943.49	\$ 185,633,106.48
7	\$ 33,274,795.95	\$ 336,109,049.98	\$ 183,750,739.44	\$ 152,358,310.53
8	\$ 33,274,795.95	\$ 336,109,049.98	\$ 217,025,535.39	\$ 119,083,514.59
9	\$ 33,274,795.95	\$ 426,639,702.98	\$ 250,300,331.34	\$ 176,339,371.64
10	\$ 42,237,330.59	\$ 426,639,702.98	\$ 292,537,661.93	\$ 134,102,041.04
11	\$ 19,971,675.93	\$ 426,639,702.98	\$ 312,509,337.86	\$ 114,130,365.11
12	\$ 19,971,675.93	\$ 552,879,749.80	\$ 332,481,013.79	\$ 220,398,736.01
13	\$ 35,593,881.72	\$ 552,879,749.80	\$ 368,074,895.52	\$ 184,804,854.28
14	\$ 29,966,543.22	\$ 552,879,749.80	\$ 398,041,438.74	\$ 154,838,311.06
15	\$ 29,966,543.22	\$ 552,879,749.80	\$ 428,007,981.96	\$ 124,871,767.84
16	\$ 29,966,543.22	\$ 552,879,749.80	\$ 457,974,525.18	\$ 94,905,224.62
17	\$ 24,584,740.44	\$ 552,879,749.80	\$ 482,559,265.62	\$ 70,320,484.18
18	\$ 24,584,740.44	\$ 552,879,749.80	\$ 507,144,006.07	\$ 45,735,743.73
19	\$ 24,584,740.44	\$ 552,879,749.80	\$ 531,728,746.51	\$ 21,151,003.29
20	\$ 15,622,205.79	\$ 552,879,749.80	\$ 547,350,952.30	\$ 5,528,797.50

Fuente: Elaboración propia

La amortización de los gastos capitalizados se planteó a 20 años. La tabla 20 muestra su comportamiento.

Tabla 20. Amortización de los gastos capitalizados.

Amortización de gastos capitalizados				
Años	Amortización Anual de Gastos Capitalizados	Gastos Capitalizados Brutos	Amortización Acumulada	Gastos Capitalizados Netos
0	\$ -	\$ 26,076,028.54	\$ -	\$ 26,076,028.54
1	\$ 2,607,602.85	\$ 26,076,028.54	\$ 2,607,602.85	\$ 23,468,425.68
2	\$ 2,607,602.85	\$ 26,076,028.54	\$ 5,215,205.71	\$ 20,860,822.83
3	\$ 2,607,602.85	\$ 30,042,057.07	\$ 7,822,808.56	\$ 22,219,248.51
4	\$ 3,004,205.71	\$ 30,042,057.07	\$ 10,827,014.27	\$ 19,215,042.80
5	\$ 3,004,205.71	\$ 30,042,057.07	\$ 13,831,219.98	\$ 16,210,837.10
6	\$ 3,004,205.71	\$ 32,923,085.61	\$ 16,835,425.68	\$ 16,087,659.93
7	\$ 3,292,308.56	\$ 32,923,085.61	\$ 20,127,734.24	\$ 12,795,351.37
8	\$ 3,292,308.56	\$ 32,923,085.61	\$ 23,420,042.80	\$ 9,503,042.80
9	\$ 3,292,308.56	\$ 37,274,114.15	\$ 26,712,351.37	\$ 10,561,762.78
10	\$ 3,727,411.41	\$ 37,274,114.15	\$ 30,439,762.78	\$ 6,834,351.37
11	\$ 1,119,808.56	\$ 37,274,114.15	\$ 31,559,571.34	\$ 5,714,542.80
12	\$ 1,119,808.56	\$ 43,325,142.68	\$ 32,679,379.90	\$ 10,645,762.78
13	\$ 1,876,187.13	\$ 43,325,142.68	\$ 34,555,567.03	\$ 8,769,575.65
14	\$ 1,479,584.27	\$ 43,325,142.68	\$ 36,035,151.30	\$ 7,289,991.38
15	\$ 1,479,584.27	\$ 43,325,142.68	\$ 37,514,735.58	\$ 5,810,407.10
16	\$ 1,479,584.27	\$ 43,325,142.68	\$ 38,994,319.85	\$ 4,330,822.83
17	\$ 1,191,481.42	\$ 43,325,142.68	\$ 40,185,801.27	\$ 3,139,341.41
18	\$ 1,191,481.42	\$ 43,325,142.68	\$ 41,377,282.69	\$ 1,947,859.99
19	\$ 1,191,481.42	\$ 43,325,142.68	\$ 42,568,764.11	\$ 756,378.57
20	\$ 756,378.57	\$ 43,325,142.68	\$ 43,325,142.68	\$ -

Fuente: Elaboración propia.

4.6.8 PROGRAMA DE AMORTIZACIÓN DE FINANCIAMIENTO

La estructura de capital bajo la cual opera la empresa se compone de 30% acciones y 70%

deuda. El financiamiento de la deuda se lleva a cabo mediante un préstamo bancario a 20 años por un monto inicial de \$257,151,881.85 a una tasa anual de 8% (0.66% mensual). La inversión es escalonada, por lo que el préstamo posee cuotas de capital e intereses diferentes para cada período. Se asignó un período de gracia de 3 años, a partir del cuarto año se empieza a pagar capital e intereses. El préstamo se negociará con bancos internacionales que promuevan proyectos de energía renovable, como por ejemplo el BID.

En la tabla 21 se presenta un resumen anual del programa de amortización del financiamiento de la deuda que representa un gasto financiero de \$341,465,355.56 por concepto de pago de intereses al final de los 20 años del préstamo.

Tabla 21. Amortización del financiamiento.

Años	Pago Anual de Capital	Pago Anual de Intereses	Saldo de capital	Servicio de la Deuda Anual (principal + i)
1	-	\$ 20,572,150.55	\$ 257,151,881.85	\$ 20,572,150.55
2	-	\$ 20,572,150.55	\$ 257,151,881.85	\$ 20,572,150.55
3	-	\$ 20,572,150.55	\$ 257,151,881.85	\$ 20,572,150.55
4	\$ 2,837,698.81	\$ 23,977,389.12	\$ 257,151,881.85	\$ 26,815,087.92
5	\$ 2,837,698.81	\$ 23,750,373.21	\$ 257,151,881.85	\$ 26,588,072.02
6	\$ 2,837,698.81	\$ 23,523,357.31	\$ 297,221,752.80	\$ 26,361,056.11
7	\$ 5,919,996.57	\$ 23,542,925.22	\$ 294,139,455.03	\$ 29,462,921.80
8	\$ 5,919,996.57	\$ 23,315,909.32	\$ 291,057,157.27	\$ 29,235,905.89
9	\$ 27,349,320.06	\$ 23,088,893.41	\$ 332,962,713.09	\$ 50,438,213.48

Continuación de la tabla 21.

Años	Pago Anual de Capital	Pago Anual de Intereses	Saldo de capital	Servicio de la Deuda Anual (principal + i)
10	\$ 33,387,245.25	\$ 21,630,565.65	\$ 302,413,166.65	\$ 55,017,810.90
11	\$ 33,387,245.25	\$ 19,689,203.86	\$ 271,863,620.21	\$ 53,076,449.11
12	\$ 33,387,245.25	\$ 17,747,842.08	\$ 333,917,826.52	\$ 51,135,087.33
13	\$ 44,962,714.34	\$ 16,732,517.82	\$ 291,792,810.98	\$ 61,695,232.17
14	\$ 44,962,714.34	\$ 14,791,156.04	\$ 249,667,795.45	\$ 59,753,870.38
15	\$ 44,962,714.34	\$ 12,849,794.26	\$ 207,542,779.91	\$ 57,812,508.60
16	\$ 44,962,714.34	\$ 10,908,432.47	\$ 165,417,764.38	\$ 55,871,146.82
17	\$ 44,962,714.34	\$ 8,967,070.69	\$ 123,292,748.84	\$ 53,929,785.03
18	\$ 44,962,714.34	\$ 7,025,708.91	\$ 81,167,733.31	\$ 51,988,423.25
19	\$ 42,125,015.54	\$ 5,084,347.12	\$ 39,042,717.77	\$ 47,209,362.66
20	\$ 39,042,717.77	\$ 3,123,417.42	\$ -	\$ 42,166,135.19

Fuente: Elaboración propia

4.6.9 ESTADO DE RESULTADOS

El estado de resultados de la tabla 22 se proyecta a 20 años y consolida la información de las variables económicas previamente calculadas y necesarias para determinar las utilidades de la planta fotovoltaica. Éste, es la base para determinar los flujos netos de efectivo que genera la instalación. Para elaborar el estado de resultados, se extrae de los ingresos lo que corresponde al

pago de la tasa impositiva de 25% a las utilidades antes de impuestos para calcular el valor de impuesto sobre renta que se tributa. Este proyecto no pagará impuestos durante los primeros diez años, ya que se implementará en etapas de 50MW o menos.

Tabla 22. Estado de resultados.

Estado de Resultados									
Años	Ingreso de Operación	Gastos de Operación	Margen de Operación	Depreciación y Amortización	Intereses de deuda principal	Utilidad antes de Impuestos	Tasa impositiva	Impuesto sobre la renta	Utilidad Neta
1	\$ 31,207,500	\$ 3,653,222	\$ 27,554,278	\$ 24,873,258	\$ 20,572,151	-\$ 18,002,241	25%	\$ -	-\$ 8,002,241
2	\$ 34,072,349	\$ 3,805,576	\$ 30,266,773	\$ 24,873,258	\$ 20,572,151	-\$ 15,289,746	25%	\$ -	-\$ 15,289,746
3	\$ 37,200,190	\$ 3,965,547	\$ 33,234,643	\$ 24,873,258	\$ 20,572,151	-\$ 12,321,876	25%	\$ -	-\$ 2,321,876
4	\$ 40,615,168	\$ 4,133,517	\$ 36,481,650	\$ 30,897,199	\$ 23,977,389	-\$ 18,504,049	25%	\$ -	-\$ 18,504,049
5	\$ 44,343,640	\$ 4,223,802	\$ 40,119,838	\$ 30,897,199	\$ 23,750,373	-\$ 14,638,846	25%	\$ -	-\$ 14,638,846
6	\$ 48,414,386	\$ 4,408,989	\$ 44,005,397	\$ 30,897,199	\$ 23,523,357	-\$ 10,526,271	25%	\$ -	-\$ 10,526,271
7	\$ 52,858,827	\$ 4,689,520	\$ 48,169,307	\$ 36,567,105	\$ 23,542,925	-\$ 12,051,834	25%	\$ -	-\$ 12,051,834
8	\$ 57,711,267	\$ 4,811,971	\$ 52,899,296	\$ 36,567,105	\$ 23,315,909	-\$ 7,094,829	25%	\$ -	-\$ 7,094,829

Continuación de la tabla 22.

Años	Ingreso de Operación	Gastos de Operación	Margen de Operación	Depreciación y Amortización	Intereses de deuda principal	Utilidad antes de Impuestos	Tasa impositiva	Impuesto sobre la renta	Utilidad Neta
9	\$ 63,009,161	\$ 4,982,646	\$ 58,026,515	\$ 36,567,105	\$ 23,088,893	-\$ 1,740,594	25%	\$ -	-\$ 1,740,594
10	\$ 68,793,402	\$ 5,309,259	\$ 63,484,143	\$ 45,964,742	\$ 21,630,566	-\$ 4,222,276	25%	\$ -	-\$ 4,222,276
11	\$ 75,108,637	\$ 5,363,401	\$ 69,745,235	\$ 21,091,484	\$ 19,689,204	28,853,436	25%	\$ 7,213,359	\$ 21,640,077
12	\$ 82,003,609	\$ 5,567,122	\$ 76,436,488	\$ 21,091,484	\$ 17,747,842	37,486,050	25%	\$ 9,371,512	\$ 28,114,537
13	\$ 89,531,541	\$ 5,967,077	\$ 83,564,464	\$ 37,470,069	\$ 16,732,518	29,250,766	25%	\$ 7,312,692	\$ 21,938,075
14	\$ 97,750,536	\$ 6,008,036	\$ 91,742,500	\$ 31,446,127	\$ 14,791,156	45,394,105	25%	\$ 11,348,526	\$ 34,045,579
15	\$ 106,724,036	\$ 6,251,603	\$ 100,472,433	\$ 31,446,127	\$ 12,849,794	56,065,400	25%	\$ 14,016,350	\$ 42,049,050
16	\$ 109,925,757	\$ 6,334,656	\$ 103,591,100	\$ 31,446,127	\$ 10,908,432	61,125,429	25%	\$ 15,281,357	\$ 45,844,072
17	\$ 113,223,529	\$ 6,651,389	\$ 106,572,140	\$ 25,776,222	\$ 8,967,071	71,717,736	25%	\$ 17,929,434	\$ 53,788,302
18	\$ 116,620,235	\$ 6,983,959	\$ 109,636,277	\$ 25,776,222	\$ 7,025,709	76,723,235	25%	\$ 19,180,809	\$ 57,542,426

Continuación de la tabla 22.

Años	Ingreso de Operación	Gastos de Operación	Margen de Operación	Depreciación y Amortización	Intereses de deuda principal	Utilidad antes de Impuestos	Tasa impositiva	Impuesto sobre la renta	Utilidad Neta
19	\$ 120,118,842	\$ 7,333,157	\$ 112,785,686	\$ 25,776,222	\$ 5,084,347	81,814,006	25%	\$ 20,453,501	\$ 61,360,504
20	\$ 269,195,157	\$ 7,699,814	\$ 261,495,343	\$ 16,378,584	\$ 3,123,417	241,882,230	25%	\$ 60,470,558	\$ 181,411,673

Fuente: Elaboración propia

4.6.10 FLUJOS DE CAJA

La tabla 23 muestra el comportamiento a 20 años del flujo de caja del proyecto y en ella se detallan las entradas y salidas de efectivo producto de la operación de la planta.

Tabla 23. Flujos de caja del proyecto.

Años	Utilidad antes de impuestos	Impuestos	Utilidad neta	Pago a capital	Depreciación	Amortización	Valor residual	Inversión	Flujo neto de efectivo
0								-\$ 367,359,831.21	-\$ 367,359,831.21
1	-\$ 18,002,240.90	\$ -	-\$ 18,002,240.90	\$ -	\$ 22,265,654.66	\$ 2,607,602.85	\$ -	\$ -	\$ 6,871,016.62
2	-\$ 15,289,746.30	\$ -	-\$ 15,289,746.30	\$ -	\$ 22,265,654.66	\$ 2,607,602.85	\$ -	\$ -	\$ 9,583,511.22

Continuación de la tabla 23.

Años	Utilidad antes de impuestos	Impuestos	Utilidad neta	Pago a capital	Depreciación	Amortización	Valor residual	Inversión	Flujo neto de efectivo
3	-\$ 12,321,8 76.30	\$ -	-\$ 12,321,8 76.30	-	\$ 22,265,6 54.66	\$ 2,607,60 2.85	\$ -	-\$ 60,807,8 31.59	-\$ 48,256,4 50.37
4	-\$ 18,504,0 48.95	\$ -	-\$ 18,504,0 48.95	\$ 2,837,69 8.81	\$ 27,892,9 93.17	\$ 3,004,20 5.71	\$ -	\$ -	\$ 9,555,45 1.12
5	-\$ 14,638,8 45.58	\$ -	-\$ 14,638,8 45.58	\$ 2,837,69 8.81	\$ 27,892,9 93.17	\$ 3,004,20 5.71	\$ -	\$ -	\$ 13,420,6 54.48
6	-\$ 10,526,2 70.65	\$ -	-\$ 10,526,2 70.65	\$ 2,837,69 8.81	\$ 27,892,9 93.17	\$ 3,004,20 5.71	\$ -	-\$ 57,242,6 72.79	-\$ 39,709,4 43.37
7	-\$ 12,051,8 33.80	\$ -	-\$ 12,051,8 33.80	\$ 5,919,99 6.57	\$ 33,274,7 95.95	\$ 3,292,30 8.56	\$ -	\$ -	\$ 18,595,2 74.14
8	-\$ 7,094,82 9.30	\$ -	-\$ 7,094,82 9.30	\$ 5,919,99 6.57	\$ 33,274,7 95.95	\$ 3,292,30 8.56	\$ -	\$ -	\$ 23,552,2 78.64
9	-\$ 1,740,59 4.10	\$ -	-\$ 1,740,59 4.10	\$ 27,349,3 20.06	\$ 33,274,7 95.95	\$ 3,292,30 8.56	\$ -	-\$ 94,881,6 81.54	-\$ 87,404,4 91.19
10	-\$ 4,222,27 5.58	\$ -	-\$ 4,222,27 5.58	\$ 33,387,2 45.25	\$ 42,237,3 30.59	\$ 3,727,41 1.41	\$ -	\$ -	\$ 8,355,22 1.18
11	\$ 28,853,4 35.71	\$ 7,213,35 8.93	\$ 21,640,0 76.78	\$ 33,387,2 45.25	\$ 19,971,6 75.93	\$ 1,119,80 8.56	\$ -	\$ -	\$ 9,344,31 6.02
12	\$ 37,486,0 49.94	\$ 9,371,51 2.49	\$ 28,114,5 37.46	\$ 33,387,2 45.25	\$ 19,971,6 75.93	\$ 1,119,80 8.56	\$ -	-\$ 132,291, 075.36	-\$ 116,472, 298.66

Continuación de la tabla 23.

Años	Utilidad antes de impuestos	Impuestos	Utilidad neta	Pago a capital	Depreciación	Amortización	Valor residual	Inversión	Flujo neto de efectivo
13	\$ 29,250,766.06	\$ 7,312,691.51	\$ 21,938,074.54	\$ 44,962,714.34	\$ 35,593,881.72	\$ 1,876,187.13	\$ -	\$ -	\$ 14,445,429.05
14	\$ 45,394,105.35	\$ 11,348,526.34	\$ 34,045,579.02	\$ 44,962,714.34	\$ 29,966,543.22	\$ 1,479,584.27	\$ -	\$ -	\$ 20,528,992.17
15	\$ 56,065,399.75	\$ 14,016,349.94	\$ 42,049,049.81	\$ 44,962,714.34	\$ 29,966,543.22	\$ 1,479,584.27	\$ -	\$ -	\$ 28,532,462.97
16	\$ 61,125,429.20	\$ 15,281,357.30	\$ 45,844,071.90	\$ 44,962,714.34	\$ 29,966,543.22	\$ 1,479,584.27	\$ -	\$ -	\$ 32,327,485.05
17	\$ 71,717,736.50	\$ 17,929,434.12	\$ 53,788,302.37	\$ 44,962,714.34	\$ 24,584,740.44	\$ 1,191,481.42	\$ -	\$ -	\$ 34,601,809.89
18	\$ 76,723,234.70	\$ 19,180,808.68	\$ 57,542,426.03	\$ 44,962,714.34	\$ 24,584,740.44	\$ 1,191,481.42	\$ -	\$ -	\$ 38,355,933.55
19	\$ 81,814,005.61	\$ 20,453,501.40	\$ 61,360,504.21	\$ 42,125,015.54	\$ 24,584,740.44	\$ 1,191,481.42	\$ -	\$ -	\$ 45,011,710.54
20	\$ 241,882,230.26	\$ 60,470,557.56	\$ 181,411,672.69	\$ 39,042,717.77	\$ 15,622,205.79	\$ 756,378.57	\$ 5,528,797.50	\$ -	\$ 164,276,336.78

Fuente: Elaboración propia

4.6.11 BALANCE GENERAL

El balance general de la tabla 24 presenta el comportamiento a 20 años de la situación financiera de la empresa y la estructura de su patrimonio. El mismo proporciona información sobre

el valor en activos (recursos disponibles con los que cuenta), valor en pasivos (cantidad de dinero que se debe pagar a sus acreedores) y el capital contable (capital que aportan los accionistas).

Tabla 24. Balance general

Balance General antes de Dividendos												
Año	Efectivo necesario para operaciones	Efectivo adicional	Cuentas por cobrar	Activos fijos netos	Gastos capitalizados netos	TOTAL ACTIVO S	Cuentas por pagar	Deuda Principal por pagar	Utilidad del periodo	Utilidades acumuladas	Equity	TOTAL PASIVOS Y CAPITAL CONTABLE
0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 341,283,802.68	\$ 26,076,028.54	\$ 367,359,831.21		\$ 257,151,881.85	\$ -	\$ -	\$ 110,207,949.36	\$ 367,359,831.21
1	\$ 3,653,221.72	\$ (27,815,184.71)	\$ 3,847,500.00	\$ 327,632,450.57	\$ 24,337,626.63	\$ 331,655,614.21	\$ 300,264.80	\$ 257,151,881.85	\$ (18,002,240.90)	\$ (18,002,240.90)	\$ 110,207,949.36	\$ 331,655,614.21
2	\$ 3,805,575.62	\$ (25,495,714.56)	\$ 4,200,700.50	\$ 313,981,098.46	\$ 22,599,224.73	\$ 319,090,884.75	\$ 312,787.04	\$ 257,151,881.85	\$ (15,289,746.30)	\$ (33,291,987.20)	\$ 110,207,949.36	\$ 319,090,884.75
3	\$ 3,965,547.22	\$ (19,992,414.41)	\$ 4,586,324.81	\$ 300,329,746.35	\$ 20,860,822.83	\$ 309,750,026.80	\$ 325,935.39	\$ 257,151,881.85	\$ (12,321,876.30)	\$ (45,613,863.50)	\$ 110,207,949.36	\$ 309,750,026.80

Continuación de la tabla 24.

Año	Efectivo necesario para operación	Efectivo adicional	Cuentas por cobrar	Activos fijos netos	Gastos capitalizados netos	TOTAL ACTIVOS	Cuentas por pagar	Deuda Principal por pagar	Utilidad del periodo	Utilidades acumuladas	Equity	TOTAL PASIVOS Y CAPITAL CONTABLE
4	\$ 4,133,517.39	\$ (29,864,071.02)	\$ 5,007,349.42	\$ 286,678,394.25	\$ 19,122,420.93	\$ 285,077,610.97	\$ 339,741.16	\$ 257,151,881.85	\$ (18,504,048.95)	\$ (64,117,912.45)	\$ 110,207,949.36	\$ 285,077,610.97
5	\$ 4,223,802.31	\$ (25,790,498.14)	\$ 5,467,024.10	\$ 273,027,042.14	\$ 17,384,019.02	\$ 274,311,389.43	\$ 347,161.83	\$ 257,151,881.85	\$ (14,638,845.58)	\$ (78,756,758.03)	\$ 110,207,949.36	\$ 274,311,389.43
6	\$ 4,408,989.43	\$ (17,486,278.92)	\$ 5,968,896.91	\$ 259,375,690.03	\$ 15,645,617.12	\$ 267,912,914.57	\$ 362,382.69	\$ 257,151,881.85	\$ (10,526,270.65)	\$ (89,283,028.68)	\$ 110,207,949.36	\$ 267,912,914.57
7	\$ 4,689,519.67	\$ (16,479,339.56)	\$ 6,516,841.65	\$ 245,724,337.93	\$ 13,907,215.22	\$ 254,358,574.90	\$ 385,439.97	\$ 257,151,881.85	\$ (12,051,833.80)	\$ (101,334,862.48)	\$ 110,207,949.36	\$ 254,358,574.90
8	\$ 4,811,971.36	\$ (3,938,043.58)	\$ 7,115,087.71	\$ 232,072,985.82	\$ 12,168,813.32	\$ 252,230,814.63	\$ 395,504.50	\$ 257,151,881.85	\$ (7,094,829.30)	\$ (108,429,691.78)	\$ 110,207,949.36	\$ 252,230,814.63
9	\$ 4,982,646.38	\$ (7,173,783.95)	\$ 7,768,252.76	\$ 218,421,633.71	\$ 10,430,411.41	\$ 234,429,160.32	\$ 409,532.58	\$ 235,722,558.36	\$ (1,740,594.10)	\$ (110,170,285.88)	\$ 110,207,949.36	\$ 234,429,160.32
10	\$ 5,309,259.14	\$ (20,930,203.97)	\$ 8,481,378.37	\$ 204,770,281.61	\$ 8,692,009.51	\$ 206,322,724.65	\$ 436,377.46	\$ 214,293,234.87	\$ (4,222,275.58)	\$ (114,392,561.47)	\$ 110,207,949.36	\$ 206,322,724.65

Continuación de la tabla 24.

Año	Efectivo necesario para operación	Efectivo adicional	Cuentas por cobrar	Activos fijos netos	Gastos capitalizados netos	TOTAL ACTIVOS	Cuentas por pagar	Deuda Principal por pagar	Utilidad del periodo	Utilidades acumuladas	Equity	TOTAL PASIVOS Y CAPITAL CONTABLE
11	\$ 5,363,401.48	\$ 19,704,372.87	\$ 9,259,968.90	\$ 191,118,929.50	\$ 6,953,607.61	\$ 232,400,280.36	\$ 440,827.52	\$ 192,863,911.39	\$ 21,640,076.78	\$ (92,752,484.69)	\$ 110,207,949.36	\$ 232,400,280.36
12	\$ 5,567,121.88	\$ 47,216,760.13	\$ 10,110,034.05	\$ 177,467,577.39	\$ 5,215,205.71	\$ 245,576,699.15	\$ 457,571.66	\$ 171,434,587.90	\$ 28,114,537.46	\$ (64,637,947.23)	\$ 110,207,949.36	\$ 245,576,699.15
13	\$ 5,967,077.00	\$ 55,643,619.05	\$ 11,038,135.17	\$ 163,816,225.28	\$ 3,476,803.80	\$ 239,941,860.32	\$ 490,444.69	\$ 150,005,264.41	\$ 21,938,074.54	\$ (42,699,872.69)	\$ 110,207,949.36	\$ 239,941,860.32
14	\$ 6,008,036.30	\$ 94,706,239.48	\$ 12,051,435.98	\$ 150,164,873.18	\$ 1,738,401.90	\$ 264,668,986.84	\$ 493,811.20	\$ 128,575,940.92	\$ 34,045,579.02	\$ (8,654,293.67)	\$ 110,207,949.36	\$ 264,668,986.84
15	\$ 6,251,602.92	\$ 137,389,321.34	\$ 13,157,757.81	\$ 136,513,521.07	\$ -	\$ 293,312,203.13	\$ 513,830.38	\$ 107,146,617.44	\$ 42,049,049.81	\$ 33,394,756.14	\$ 110,207,949.36	\$ 293,312,203.13
16	\$ 6,334,656.32	\$ 178,779,484.12	\$ 13,552,490.54	\$ 122,862,168.96	\$ -	\$ 321,528,799.94	\$ 520,656.68	\$ 85,717,293.95	\$ 45,844,071.90	\$ 79,238,828.04	\$ 110,207,949.36	\$ 321,528,799.94
17	\$ 6,651,389.14	\$ 232,036,770.89	\$ 13,959,065.26	\$ 109,210,816.86	\$ -	\$ 361,858,042.13	\$ 546,689.52	\$ 64,287,970.46	\$ 53,788,302.37	\$ 133,027,130.42	\$ 110,207,949.36	\$ 361,858,042.13

Continuación de la tabla 24.

Años	Efectivo necesario para operación	Efectivo adicional	Cuentas por cobrar	Activos fijos netos	Gastos capitalizados netos	TOTAL ACTIVOS	Cuentas por pagar	Deuda Principal por pagar	Utilidad del periodo	Utilidades acumuladas	Equity	TOTAL PASIVOS Y CAPITAL CONTABLE
18	\$ 6,983,958.59	\$ 284,831,342.25	\$ 14,377,837.21	\$ 95,559,464.75	\$ -	\$ 401,752,602.80	\$ 574,023.99	\$ 42,858,646.97	\$ 57,542,426.03	\$ 190,569,556.44	\$ 110,207,949.36	\$ 401,752,602.80
19	\$ 7,333,156.52	\$ 341,480,121.42	\$ 14,809,172.33	\$ 81,908,112.64	\$ -	\$ 445,530,562.91	\$ 602,725.19	\$ 21,429,323.49	\$ 61,360,504.21	\$ 251,930,060.65	\$ 110,207,949.36	\$ 445,530,562.91
20	\$ 7,699,814.35	\$ 616,449,197.90	\$ 33,188,444.08	\$ 68,256,760.54	\$ -	\$ 725,594,216.85	\$ 632,861.45	\$ -	\$ 181,411,672.69	\$ 433,341,733.35	\$ 110,207,949.36	\$ 725,594,216.85

Fuente: Elaboración propia

4.6.12 PUNTO DE EQUILIBRIO

Para calcular el punto de equilibrio se utilizó la función “buscar objetivo” de Microsoft Excel, asignando al flujo de caja para la deuda el valor del servicio anual de la deuda y cambiando el volumen de ventas (kWh). El punto de equilibrio se calculó para cada según se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Punto de equilibrio.

Año	Volumen de Ventas (kWh)	Flujo de Caja para la Deuda	Servicio de la Deuda Anual	Punto de equilibrio (kWh)
1	\$ 104,025,000.00	\$ 24,007,043.08	\$ 20,572,150.55	\$ 90,965,252.36
2	\$ 110,266,500.00	\$ 29,978,693.80	\$ 20,572,150.55	\$ 75,543,722.01
3	\$ 116,882,490.00	\$ 32,976,283.60	\$ 20,572,150.55	\$ 72,428,208.22
4	\$ 123,895,439.40	\$ 36,254,907.98	\$ 26,815,087.92	\$ 91,050,106.12
5	\$ 131,329,165.76	\$ 39,919,557.91	\$ 26,588,072.02	\$ 86,294,049.32
6	\$ 139,208,915.71	\$ 43,847,665.70	\$ 26,361,056.11	\$ 81,857,898.95
7	\$ 147,561,450.65	\$ 48,056,065.09	\$ 29,462,921.80	\$ 88,357,443.90
8	\$ 156,415,137.69	\$ 52,811,608.67	\$ 29,235,905.89	\$ 83,532,227.40
9	\$ 165,800,045.95	\$ 57,983,212.06	\$ 50,438,213.48	\$ 143,154,489.52
10	\$ 175,748,048.71	\$ 63,495,912.50	\$ 55,017,810.90	\$ 151,043,027.77
11	\$ 186,292,931.63	\$ 62,361,135.55	\$ 53,076,449.11	\$ 149,547,318.24
12	\$ 197,470,507.53	\$ 66,922,803.97	\$ 51,135,087.33	\$ 136,807,999.98
13	\$ 209,318,737.98	\$ 76,141,559.03	\$ 61,695,232.17	\$ 155,427,116.91
14	\$ 221,877,862.26	\$ 80,269,391.60	\$ 59,753,870.38	\$ 147,574,384.57
15	\$ 235,190,534.00	\$ 86,362,319.15	\$ 57,812,508.60	\$ 134,800,039.86
16	\$ 235,190,534.00	\$ 89,028,809.50	\$ 55,871,146.82	\$ 121,993,239.87
17	\$ 235,190,534.00	\$ 89,028,809.50	\$ 53,929,785.03	\$ 117,322,946.52
18	\$ 235,190,534.00	\$ 91,423,310.34	\$ 51,988,423.25	\$ 108,291,508.00
19	\$ 235,190,534.00	\$ 93,427,610.51	\$ 47,209,362.66	\$ 90,794,940.69
20	\$ 235,190,534.00	\$ 93,151,988.01	\$ 42,166,135.19	\$ 80,539,465.29

Fuente: Elaboración propia.

4.6.13 VALOR PRESENTE NETO

El valor presente neto después de analizar el proyecto a 20 años es de \$ -71,853,298.58. Se descontaron los flujos al 9.2% que es el valor esperado por el inversionista. En la tabla 26 se muestran otros valores que se analizaron para dicho cálculo.

4.6.14 TASA INTERNA DE RETORNO

La tasa interna de retorno para este proyecto no cumple con las expectativas ya que el valor de esta es menor, con un porcentaje de 4.82% para el proyecto y 5.84% de TIR para el accionista, porcentajes que no resultan tan favorables para la construcción de la planta.

Tabla 26. Parámetros importantes del proyecto.

Ingresos operativos brutos promedio	\$ 82,921,388.45
Utilidad neta promedio	\$ 21,667,086.67
Repago de la Deuda (Y)	20
Valor Presente Neto	\$ -71,853,298.58
TIR del Accionista	5.84%
TIR del Proyecto	4.82%

Fuente: Elaboración propia

4.6.15 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Dado que el proyecto muestra una VAN negativa y una TIR debajo de lo esperado, se procede a realizar un análisis de sensibilidad para verificar si bajo ciertas condiciones el proyecto puede llegar a ser rentable. Este análisis se realizó en el programa Crystal Ball.

Se utilizaron las siguientes variables mostradas en la tabla 27 para el estudio:

Tabla 27. Variables utilizadas para Análisis de sensibilidad.

Variable	Valor actual	Distribución	Mínimo	Máximo
Tasa de interés	8.0%	Triangular	7%	10%
Precio venta de energía	0.3 \$/kWh	Triangular	0.26 \$/kWh	0.34 \$/kWh
Crecimiento de la demanda	6%	Triangular	4%	8%

Fuente: Elaboración propia.

Al evaluar el proyecto utilizando estas variables se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 28.

Tabla 28. Resultados de la simulación de Montecarlo.

Statistics:	Forecast values
Trials	10,000
Base Case	6.06%
Mean	5.55%
Median	5.62%
Mode	---
Standard Deviation	1.94%
Variance	0.04%
Skewness	-0.1025
Kurtosis	2.62
Coeff. of Variation	0.3496
Minimum	-0.94%
Maximum	11.06%
Range Width	12.01%
Mean Std. Error	0.02%

Fuente: Crystal Ball

De estos resultados se puede observar que cuando todas las variables se encuentran en su valor mínimo la TIR toma un valor de -0.94%. Cuando las variables independientes analizadas toman sus valores máximos, la TIR adquiere un valor de 11.06%. A pesar de esto vemos que la media se ubica en 5.55%, lo cual está por debajo del 9.2% que es el costo promedio ponderado de capital. En la figura 23 se puede ver que la probabilidad que la TIR sea mayor o igual 9.2% es del 2.5%, lo cual manifiesta claramente que es muy improbable alcanzar este valor de TIR.

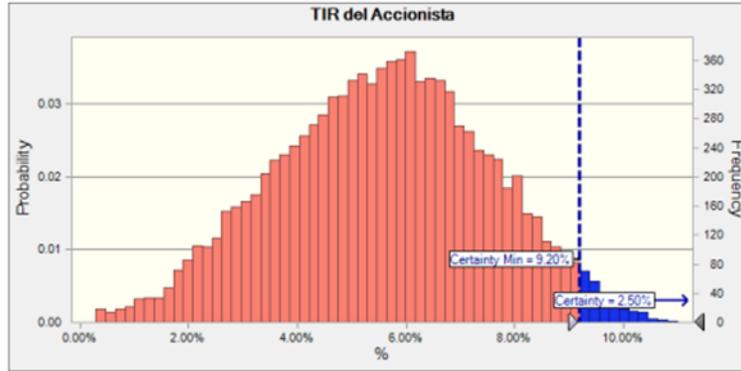


Figura 23. Distribución de probabilidad de la TIR.

Fuente: Crystal Ball

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. La instalación de una planta solar fotovoltaica con sistema de baterías para cubrir la demanda completa de la isla de Roatán no es factible económicamente con la tecnología actual, ya que da una tasa interna de retorno de 8.65% por lo que la hipótesis nula es aceptada.
2. Las tecnologías de almacenamiento de energía que existen son: bombeo hidroeléctrico, baterías, aire comprimido, aire licuefactado, volantes de inercia, almacenamiento térmico, hidrógeno, supercondensadores e imanes superconductores.
3. Las principales ventajas de los sistemas de almacenamiento de energía son: permiten un mejor aprovechamiento de las fuentes renovables y mejoran la confiabilidad de la red. La principal desventaja es que agregan costos y complejidades adicionales al sistema eléctrico.
4. Para elegir la tecnología adecuada para cada aplicación es importante tomar en cuenta características técnicas como: duración del almacenamiento, tiempo de respuesta, eficiencia de descarga, energía específica, capacidad de almacenamiento y eficiencia en cada ciclo.
5. La alternativa técnica más conveniente para una planta fotovoltaica con sistema de baterías que cubra la demanda de la isla de Roatán son baterías de iones de litio, ya que estas tecnologías son las que actualmente se utilizan en proyectos de gran magnitud ubicados en sistemas aislados.
6. Las energías intermitentes pueden convertirse en firmes con la ayuda de sistemas de almacenamiento de energía, ya que estos compensan la variabilidad de las energías solar y eólica.
7. La radiación solar promedio de la isla de Roatán es 5.82 horas equivalentes de sol.

8. El costo del kW instalado para esta planta es \$3675, esto incluye el sistema de baterías y la planta solar con todos sus elementos.
9. Los incentivos y exoneraciones fiscales aplicables para esta planta son los contemplados en la ley de promoción a la generación de energía eléctrica con recursos renovables y su posterior reforma.
10. La rentabilidad de una planta solar se ve disminuida drásticamente al agregarle un sistema de almacenamiento de energía, ya que estos son muy costosos y encarecen la inversión inicial a cerca del triple del valor de una planta fotovoltaica convencional.

5.2 RECOMENDACIONES

Basado en las conclusiones presentadas en el apartado anterior, se detallan las recomendaciones con el propósito de avanzar más allá del estudio de prefactibilidad.

1. Debido a que la inversión inicial es muy grande y la tasa interna de retorno es menor a la esperada, se recomienda no ejecutar el proyecto.
2. Se recomienda evaluar este proyecto utilizando otra tecnología de almacenamiento de energía para probar si sus indicadores financieros mejoran.
3. Se recomienda utilizar las energías renovables con sistemas de almacenamiento de energía donde sea técnicamente posible ya que estos mejoran la estabilidad y confiabilidad del sistema.

4. Se recomienda utilizar otra tecnología de almacenamiento de energía que tenga mayor capacidad, ya que las usadas para este estudio tienen baja capacidad y resultan bastante voluminosas.
5. Se recomienda usar las baterías de iones de litio para este tipo de aplicaciones, ya que poseen una alta densidad energética y un tiempo de respuesta muy corto, lo que les permite responder rápidamente ante variaciones en la generación producidas por la energía solar o eólica.
6. Se recomienda emplear sistemas de almacenamiento de energía en conjunto con plantas solares o eólicas, ya que los primeros pueden compensar la inestabilidad de estas energías intermitentes y convertirlas en firmes.
7. Se recomienda aprovechar el potencial solar de la isla de Roatán mediante el uso de plantas fotovoltaicas.
8. Se recomienda esperar a que las tecnologías de almacenamiento de energía alcancen un mayor grado de desarrollo para que sus eficiencias y vida útil aumenten y sus costos disminuyan.
9. Se recomienda informarse sobre toda la normativa vigente con respecto a las energías renovables para aplicar a todas las exoneraciones y exenciones fiscales permitidas por la ley.
10. Se recomienda utilizar sistemas híbridos mezclando energía solar o eólica con sistemas de almacenamiento de energía y otra fuente de generación firme (por ejemplo, diésel) hasta que los sistemas de almacenamiento sean más competitivos por si solos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABC. (2018). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/economia/cotizacion.php>
- Abella, M. A. (s.f.). *Dimensionado de Sistemas Fotovoltaicos Autónomos*. Obtenido de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45340/componente45338.pdf
- Acuña, G. A. (s.f.). *Evaluación Financiera de Proyectos*. Obtenido de http://www.jwor.org/conferencia/Evaporo/contenido/M-0_Material/Pdf/Lib_Evaluacion-Financiera-Proyectos.pdf
- Agencia Chilena de Eficiencia Energética. (s.f.). *Agencia Chilena de Eficiencia Energética*. Obtenido de <https://www.acee.cl/eficiencia-energetica/que-es-ee/>
- Aguirre, S., & Lolas, G. (s.f.). *Potencialidad de un sistema BESS para regular la variabilidad de centrales ERNC*. Obtenido de <http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno15/bess/bessvariabilidad.html>
- Álvarez Corchado, M. (2016). Comparación de estrategias de control de sistemas de almacenamiento de energía para aportar a la regulación de frecuencia. Sevilla. Obtenido de <http://catedraendesa.us.es/attachments/article/230/PFC%20Roc%C3%ADo%20%C3%81lvarez.pdf>
- CentralAmericaData.com. (19 de Marzo de 2012). *CentralAmericaData.com*. Obtenido de https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Cancelan_proyecto_de_energia_solar_en_Roatn
- Chain, N. C. (2011). *Proyectos de Inversión. Formulación y Evaluación*. Santiago de Chile: Pearson Educación.
- Concepto.de. (2017). *Concepto.de*. Obtenido de <http://concepto.de/que-es-entrevista/>
- Critchley, A. (21 de febrero de 2017). *BNamericas*. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/noticias/energiaelectrica/panasonic-apunta-a-crecimiento-solar-en-centroamerica/>
- debitoor. (s.f.). *Glosario de contabilidad*. Obtenido de <https://debitoor.es/glosario/que-es-un-ingreso>

Economíasimple.net. (2016). *Economíasimple.net*. Obtenido de <https://www.economiasimple.net/glosario/vida-util-de-un-activo>

EcuRed. (Marzo de 2018). *EcuRed*. Obtenido de Simulación (Informática): [https://www.ecured.cu/Simulaci%C3%B3n_\(Inform%C3%A1tica\)](https://www.ecured.cu/Simulaci%C3%B3n_(Inform%C3%A1tica))

EcuRed. (20 de Junio de 2018). *EcuRed*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Google_Earth

Empresa Nacional de Energía Eléctrica. (23 de Abril de 2017). Obtenido de http://www.enee.hn/Documentos/analisis_ambiental_social/Sistemas%20Aislados%20en%20Municipio%20de%20Guanaja%20Departamento%20de%20Islas%20de%20la%20Bahia%20Final%20Opcion%202.pdf

Enciclopedia Financiera. (s.f.). Obtenido de <http://www.encyclopediainanciera.com/finanzas-corporativas/tasa-interna-de-retorno.htm>

Energía Solar. (13 de Abril de 2017). *Energía Solar*. Obtenido de <https://solar-energia.net/definiciones/radiacion-solar.html>

Escobar Mejia, A., & Holguín Londoño, M. (Abril de 2011). *redalyc.org*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/849/84921327004/>

FUNDAHRSE. (27 de Julio de 2017). *Fundación Hondureña de Responsabilidad Social Empresarial*. Obtenido de FUNDAHRSE: <http://fundahrse.org/boletines/corporacion-lady-lee-apuesta-por-la-energia-renovable/>

Gómez, D. (2018). *bienpensado*. Obtenido de <https://bienpensado.com/que-es-el-modelo-canvas-para-diseno-de-negocios/>

González, J. (24 de Abril de 2015). *Finanzas y Proyectos*. Obtenido de <https://finanzasyproyectos.net/factibilidad-financiera-de-un-proyecto/>

Hola Roatan. (29 de Septiembre de 2017). *Con este comunicado Reco quiere justificar la energía cara que usted paga*. Obtenido de <https://holaroatan.com/con-este-comunicado-reco-quiere-justificar-la-energia-cara-que-usted-paga/>

HOMER ENERGY. (s.f.). *HOMER Pro 3.11*. Obtenido de <https://www.homerenergy.com/products/pro/docs/3.11/index.html>

Ignacio Martil. (2016). Obtenido de CdeComunicacion: <http://blogs.cdecomunicacion.es/ignacio/2016/11/11/energia-solar-fotovoltaica-la-solucion-al-problema-energetico/>

- International Energy Agency. (19 de Marzo de 2014). *International Energy Agency*. Obtenido de <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/technology-roadmap-solar-photovoltaic-energy---2014-edition.html>
- International Energy Agency. (2014). *International Energy Agency*. Obtenido de <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapEnergyStorage.pdf>
- La Prensa. (28 de Noviembre de 2017). *La Prensa*. Obtenido de <http://www.laprensa.hn/economia/1130179-410/energ%C3%ADa-solar-sector-atrae-inversiones-lufussa>
- La Tribuna. (12 de Marzo de 2015). *\$17 centavos baja kilovatio de energía en la isla de Roatán*. Obtenido de <http://www.latribuna.hn/2015/03/12/17-centavos-baja-kilovatio-de-energia-en-la-isla-de-roatan/>
- Lapas, C. (2018). *BNamericas*. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/intelligence-series/energiaelectrica/almacenamiento-en-baterias-en-america-latina-nla-proxima-gran-cosa/>
- Lobardo, T. (29 de Enero de 2014). *engineering.com*. Obtenido de <https://www.engineering.com/ElectronicsDesign/ElectronicsDesignArticles/ArticleID/7045/HelioScope-An-Integrated-Photovoltaic-Design-Tool.aspx>
- Midence, D., & Figueroa, M. (2013). *Modelos de Mercado, Regulación Económica y Tarifas del Sector Eléctrico en América Latina y el Caribe - Honduras*.
- Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social. (s.f.). *Gobierno de España*. Obtenido de Ministerio de trabajo, migraciones y seguridad social: <http://www.empleo.gob.es/es/mundo/consejerias/costarica/trabajar/Honduras/contenidos/CrearEmpresaHonduras.htm>
- National Renewable Energy Laboratory. (s.f.). *Simple Levelized Cost of Energy (LCOE) Calculator Documentation*. Obtenido de <https://www.nrel.gov/analysis/tech-lcoe-documentation.html>
- Natural Resources Canada. (s.f.). *RETScreen International*. Obtenido de <https://www.utwente.nl/en/bms/cstm/education/icrep/RETScreen.pdf>

Oramas, J. M. (16 de Julio de 2005). *Gestiopolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/metodos-para-la-evaluacion-financiera-de-proyectos/>

Pérez, J. (2017). *Definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/costo-de-produccion/>

Quíntela, F. R., & Redondo, R. (s.f.). *Universidad de Salamanca*. Obtenido de Diccionario de Ingeniería Eléctrica: <http://electricidad.usal.es/Principal/Circuitos/Diccionario/Diccionario.php?b=id:32>

RECO. (2018). *RECO*. Obtenido de <https://recoatoan.com/historia/>

RedaccionestampacionesJom. (30 de Marzo de 2018). *JOM*. Obtenido de <http://estampacionesjom.com/se-transforma-la-energia-solar/>

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. (2017). *Renewable 2017 Global Status Report*. Paris.

Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico. (16 de Marzo de 2015). *Energía solar despega en América Latina*. Obtenido de <https://www.evwind.com/2015/03/16/crece-energia-solar-en-lationamerica/>

Rújula, Á. A. (2009). *Energías renovables: sistemas fotovoltaicos*. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitcvirtualsp/detail.action?docID=4794821>

Samaue Ureña, V. M. (20 de Julio de 2009). *mailxmail.com*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-contabilidad-depreciacion-amortizacion/metodos-amortizacion-amortizacion-pasivo-activo>

Sampieri, R. H. (2010). *Metología de la investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill.

Serna, L. A. (2011). *El almacenamiento de energía eléctrica*. Madrid: Estudios de Economía Aplicada. Obtenido de <https://search.proquest.com/docview/1961813668/fulltextPDF/C20439D0C16E4CC0PQ/7?accountid=35325>

Siegel, R. (25 de Febrero de 2013). *TriplePundit*. Obtenido de <https://www.triplepundit.com/special/energy-options-pros-and-cons/energy-storage-systems-pros-cons/>

- Torrealba, C., & Rodríguez, Y. (11 de Marzo de 2009). *Técnicas de investigación documental*.
Obtenido de <http://dani14238551.blogspot.com/2009/03/la-recopilacion-documental-como-tecnica.html>
- twenergy. (2017). *Guía sobre el sector del almacenamiento de energía a media y gran escala*.
Obtenido de https://d3mrnpbbo94dn5.cloudfront.net/uploads/ckeditor/attachments/1930/Gu_a_sobre_el_sector_del_almacenamiento_a_media_y_gran_escala_26_01_.pdf
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (s.f.). Obtenido de https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/tlahuelilpan/administracion/proy_investigacion/evaluacion%20financiera.pdf
- Universidad del Norte. (2015). *La teoría fundamentada (Grounded Theory), metodología cualitativa de investigación científica*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/pege/n39/n39a01.pdf>
- Universidad Monteávila. (2018). *Factibilidad Técnica y Operacional*. Obtenido de https://www.uma.edu.ve/moodle_uma/course/index.php
- Urbina, G. B. (2010). *Evaluación de Proyectos*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Vaquiroy, J. D. (19 de Diciembre de 2017). *PYMES FUTURO*. Obtenido de <https://www.pymesfuturo.com/tiretorno.htm>

ANEXOS

ANEXO 1: DECRETO NO. 70-2007.




DIARIO OFICIAL DE LA REPUBLICA DE HONDURAS

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



EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA ELÉCTRICA
ENAG

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

Sección A

<p style="text-align: center;">Poder Legislativo</p> <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 2px;">DECRETO No.70-2007</p> <p>EL CONGRESO NACIONAL,</p> <p>CONSIDERANDO: Que de conformidad a lo establecido en el artículo 205 numeral 1) de la Constitución de la República, son atribuciones del Congreso Nacional, crear, decretar, interpretar, reformar y derogar las leyes.</p> <p>CONSIDERANDO: Que la economía del pueblo hondureño se ha visto afectada por acontecimientos internacionales, ya sea por efectos de la naturaleza o por impactos en la economía mundial; en vista que los altos precios a la importación de todo tipo de combustibles en Honduras es causa de encarecimiento de la mayoría de bienes de consumo, así como de los costos de la energía comprada por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) que ha pasado de tener un costo de 4.8 centavos de dólar por kilovatio por hora evaluado en la última licitación internacional a un costo real unitario de más de 9 centavos por kilovatio por hora.</p> <p>CONSIDERANDO: Que es urgente el diseño e implementación de una política que señale las medidas adecuadas de ahorro energético y proponga aquellas que ayuden a reducir la dependencia de los derivados del petróleo.</p> <p>CONSIDERANDO: Que es de interés público aprovechar los recursos energéticos nacionales para mejorar la balanza de pagos y evitar la fuga de divisas por</p>	<p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 14px;">SUMARIO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 10px;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Sección A</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Decretos y Acuerdos</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: top;">70-2007</td> <td style="padding: 2px;"> PODER LEGISLATIVO Decreta: LEY DE PROMOCIÓN A LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON RECURSOS RENOVABLES. AVANCE </td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right; vertical-align: top;"> A. 1-15 A. 16 </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Sección B</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Avisos Legales</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center; font-size: 8px;">Disponible para su comodidad</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right; vertical-align: top;">B. 1-28</td> </tr> </table> <p>la compra de combustibles fósiles para plantas térmicas (Mayor a cuatro mil millones de Lempiras en el año 2005) y para esto es necesario facilitar la obtención de los permisos, autorizaciones ambientales necesarias, Contratos de Operación, Contrato de Suministro de Energía Eléctrica y Contrata de Aguas.</p> <p>CONSIDERANDO: Que el desarrollo y la generación de energía eléctrica por fuentes naturales renovables y sostenibles provenientes de fuentes hidráulicas, geotérmicas, solar, biomasa, eólica, maremotriz y residuos sólidos son de utilidad pública y es deber ineludible del Estado contribuir a crear un clima propicio para fortalecer la inversión nacional y de esta manera mejorar la calidad de vida de la población evitando la contaminación local y reduciendo el efecto invernadero.</p>	Sección A		Decretos y Acuerdos		70-2007	PODER LEGISLATIVO Decreta: LEY DE PROMOCIÓN A LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON RECURSOS RENOVABLES. AVANCE		A. 1-15 A. 16	Sección B		Avisos Legales		Disponible para su comodidad			B. 1-28
Sección A																	
Decretos y Acuerdos																	
70-2007	PODER LEGISLATIVO Decreta: LEY DE PROMOCIÓN A LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON RECURSOS RENOVABLES. AVANCE																
	A. 1-15 A. 16																
Sección B																	
Avisos Legales																	
Disponible para su comodidad																	
	B. 1-28																

A. 1

CONSIDERANDO: Que es necesario tener los incentivos a la producción de energía con recursos naturales renovables que retribuyan por los beneficios adicionales que dichos proyectos tienen ante otras tecnologías de combustibles fósiles, tales como la producción sin contaminación, generación de empleo, cuidado de los bosques y las cuencas hidrográficas, estabilidad de precios de la energía en el largo plazo.

CONSIDERANDO: Que conviene consolidar en un texto y también actualizar a la luz de las circunstancias actuales la legislación existente sobre fuentes renovables, contenida en el Decreto No.85-98 de fecha 31 de marzo de 1998, reformado y otros que lo siguieron sobre el mismo tema.

POR TANTO,

DECRETA:

LA SIGUIENTE,

LEY DE PROMOCIÓN A LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON RECURSOS RENOVABLES

CAPÍTULO I

DE LOS INCENTIVOS A LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON RECURSOS RENOVABLES

ARTÍCULO 1.- La presente Ley tiene como finalidad principal promover la inversión pública y/o privada en proyectos de generación de energía eléctrica con recursos renovables nacionales a través de la realización de los objetivos siguientes:

- 1) Propiciar la inversión y desarrollo de proyectos de recursos energéticos renovables, que permitan disminuir la dependencia de combustibles importados mediante un aprovechamiento de los recursos renovables energéticos del país que sea compatible con la conservación y mejoramiento de los recursos naturales;

- 2) Introducir reformas en los procesos de otorgamientos de permisos que permitan agilizar los estudios y la construcción de nuevas centrales de generación de energía con recursos renovables;
- 3) Crear fuentes de trabajo directo en el sector rural durante la construcción de los proyectos, y especialmente durante la operación de aquellos desarrollos que requieran la producción de biomasa con fines energéticos.
- 4) Aumentar la eficiencia del sistema interconectado nacional mediante una mayor generación distribuida, promoviendo la competencia entre un mayor número de agentes, que como resultado dé reglas claras de participación;
- 5) Elevar la calidad de vida de los moradores del área rural del país a través de la participación de los beneficios que conlleven los desarrollos energéticos; y,
- 6) Buscar nuevas alternativas a las fuentes tradicionales de energía, y de esta manera establecer la diversidad en la generación de energía eléctrica para garantizar un equilibrio en el sistema eléctrico.

ARTÍCULO 2.- Como medidas de política estatal orientado a preservar, conservar y mejorar el ambiente y en concordancia con el artículo 81 de la Ley General de Ambiente, las personas naturales y jurídicas que conforme a esta Ley desarrollen y operen proyectos de generación

La Gaceta



de energía eléctrica utilizando recursos naturales renovables nacionales y proyectos de cogeneración con recursos renovables nacionales, gozarán de los incentivos siguientes:

- 1) Exoneración del pago del impuesto sobre ventas para todos aquellos equipos, materiales y servicios, que estén destinados o relacionados directamente con la generación de energía eléctrica con recursos renovables (Incluyendo pero sin limitarse a la maquinaria y equipos, sistemas de conducción de agua y/o vapor, así como el equipo para turbinar, generar, controlar, regular, transformar y transmitir energía eléctrica renovable), que serán utilizados en el desarrollo, instalación, construcción de la planta de generación de energía eléctrica renovable y créditos fiscales por el estudio y diseño efectivo una vez que se haya iniciado la construcción de la planta;
- 2) Exoneración del pago de todos los impuestos, tasas, aranceles y derechos de importación, para todos aquellos equipos, materiales, repuestos, partes y aditamentos destinados o relacionados directamente con la generación de energía eléctrica renovable (Incluyendo pero sin limitarse a la maquinaria y equipo, sistemas de conducción de agua y/o vapor, así como el equipo para turbinar, generar, controlar, regular, transformar y transmitir energía eléctrica renovable) y que serán utilizados en los estudios, diseño final, desarrollo, instalación y construcción de la planta de generación de energía eléctrica renovable, locales o que provengan de otros países;
- 3) Exoneración del pago del Impuesto Sobre la Renta, Aportación Solidaria Temporal, Impuesto al Activo Neto y todos aquellos impuestos conexos a la renta durante un plazo de diez (10) años, contados a partir de la fecha de inicio de operación comercial de la planta, para los proyectos con capacidad instalada hasta 50 MW.
- 4) Los proyectos gozarán de todos los beneficios establecidos en la Ley de Aduanas en relación con la importación temporal de maquinaria y equipos necesarios para la construcción y mantenimiento de los citados proyectos. Dicha maquinaria y equipos serán destinados única y exclusivamente para el

servicio del proyecto de generación de energía eléctrica renovable;

- 5) Exoneración del Impuesto Sobre la Renta y sus retenciones sobre los pagos de servicios u honorarios contratados con personas naturales o jurídicas extranjeras, necesarios para los estudios, desarrollo, instalación, ingeniería, administración y construcción, monitoreo del proyecto de energía renovable.

ARTÍCULO 3.- Las empresas privadas o mixtas generadoras de energía eléctrica renovable que utilicen para su producción recursos renovables nacionales en forma sostenible serán acogidos a la presente Ley y podrán vender la energía y servicios eléctricos auxiliares que produzcan a través de las opciones siguientes:

- 1) Vender directamente a Grandes Consumidores o Empresas Distribuidoras de Energía Eléctrica, contando con la aprobación de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), previo al aseguramiento de la demanda nacional de energía;
- 2) Vender por iniciativa propia su producción de energía a la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), teniendo esta última la obligación de firmar un Contrato de Suministro de Energía Eléctrica y comprar tal energía.

La obligación de firmar un contrato es aplicable siempre y cuando esté conforme a los requerimientos de generación considerados en el plan de expansión del sistema interconectado nacional de manera que se evite una sobre instalación de capacidad de generación en el Sistema Eléctrico Nacional.

Es entendido que en el caso que las empresas generadoras de energía con recursos renovables apliquen conjuntamente las opciones descritas en los numerales 1) y 2) de este artículo.

La ENEE de acuerdo a sus necesidades energéticas podrá adquirir los excedentes de energía producida y entregada en el Punto de Entrega definido en el contrato de suministro de energía eléctrica con la ENEE, recibiendo la empresa generadora los incentivos de la presente Ley.

En los casos contemplados en el presente numeral 2) y para los efectos de los contratos de suministro de energía entre la ENEE y el generador de energía con recursos renovables se establece lo siguiente:

a) El Precio Total de energía o Kilowatt-Hora (kWh) a partir del año diez (10), contado desde la fecha de inicio de operación comercial de la planta, será reducido al costo marginal de corto plazo vigente al momento de la firma del contrato de energía eléctrica, valor que a partir de dicho momento será indexado cada año conforme a los ajustes inflacionarios definidos en la presente Ley hasta por diez (10) años para las empresas generadoras de energía eléctrica renovable;

b) Se utilizará como precio base para el pago de la energía o Kilowatt-Hora (kWh), el costo marginal de corto plazo vigente. El costo marginal de corto plazo vigente será el publicado por la Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), en el Diario Oficial La Gaceta dentro de los primeros quince (15) días del año. El Precio Base en ningún caso podrá ser menor que el Costo Marginal de Corto Plazo de generación de energía eléctrica (CMCP) aprobado y publicado en el Diario Oficial La Gaceta el 15 de enero del año 2007 el cual se define como Precio Base Mínimo.

A solicitud del generador y para definir el Precio Base de contratos con precios horarios es entendido que como Costo Marginal de Corto Plazo horario pueden utilizarse los valores correspondientes a bloques horarios de valle, semi- valle y punta del costo marginal vigente, considerando que los valores mínimos para los precios base horarios en conjunto serán los valores horarios del costo marginal de corto plazo de generación de energía eléctrica (CMPC) publicado en el Diario Oficial La Gaceta el 15 de enero del año 2007, los cuales se definen como los Precios Base Horarios Mínimos.

c) El incentivo que forma parte del Precio Total antes establecido será el valor equivalente al diez por

ciento (10%) del Precio Base vigente al momento de la firma del Contrato y dicho incentivo se aplicará únicamente durante los primeros quince (15) años contados a partir de la fecha de inicio de operación comercial de la planta para los proyectos menores de 50 MW.

d) El Precio para el primer año de operación comercial será el Precio Base vigente al momento de la firma del Contrato más el incentivo del diez por ciento (10%) antes establecido. Este Precio Base seleccionado para el primer año de operación comercial será indexado anualmente en función de la variación anual del Índice de Inflación de los Estados Unidos de América reportada para el último año de operación comercial. Los ajustes serán aplicados al final de cada año de operación comercial de la planta, indexando el Precio Base de venta vigente para ese año, el cual una vez indexado pasará a ser el Precio Base de venta vigente del año siguiente de operación comercial de la Planta, en todo caso el valor máximo de ajuste por inflación anual será de uno y medio por ciento (1.5%).

Se entiende por Índice de Inflación de los Estados Unidos de América, el índice de precios al consumidor conocido como CPI por sus siglas en Inglés, publicado por el Departamento de Trabajo de los Estados Unidos de América que significa la medida del cambio promedio en el tiempo en precios de bienes y servicios comprados en todos los hogares urbanos de los Estados Unidos de América, sin ajustes (Consumer Price Index for All Urban Consumers CPI-U: U.S. City Average. Unadjusted all items).

e) Los contratos de suministro de energía eléctrica renovable que suscriba la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) con las empresas generadoras que utilizan para su producción de energía los recursos renovables nacionales, podrán acogerse a los establecidos en el Tratado Marco Eléctrico Regional para la venta de energía eléctrica a países. Tendrán una duración máxima de veinte (20) años para los proyectos cuya generación o

capacidad instalada no exceda de 50 MW y para aquellos que exceden dicha capacidad o tengan componente de control de inundaciones tendrán una duración máxima de treinta (30) años, estos plazos se podrán modificar por mutuo acuerdo entre las partes, al plazo máximo de la vigencia del Contrato de Operación;

- f) Previo a la expiración de vigencia de dichos contratos éstos podrán prorrogarse por mutuo acuerdo hasta por el resto de la vida útil del proyecto; y,
- g) La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) elaborará en un plazo máximo de tres (3) meses calendario contados a partir de la entrada en vigencia de la presente Ley, un contrato base estándar de suministro de energía y servicios auxiliares para cada uno de los tipos de recursos renovables tales como hidroeléctricos, eólicos, geotérmicos, biomásicos, maremotriz o de eficiencia energética, estableciendo todas las condiciones técnicas y económicas otorgadas a través de la presente Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables, sin perjuicio de incorporar nuevas cláusulas que beneficien el desarrollo de dichos proyectos. A solicitud del generador y con el propósito de facilitar la obtención de financiamientos internacionales para proyectos de gran escala, la ENEE podrá incorporar, al contrato base estándar, disposiciones comerciales particulares al proyecto, con excepción de las condiciones comerciales ya preestablecidas en la presente Ley tales como el precio y el plazo del contrato. Los contratos que se suscriban deberán ser aprobados por la Junta Directiva o máxima autoridad vigente en la administración de la ENEE, quien lo remitirá a la Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) para que ésta a su vez como ente con iniciativa de ley lo remita al Congreso Nacional. Mientras no se elaboren los contratos establecidos en el presente párrafo, los generadores suscribirán contratos de suministro de energía conforme al

formato de aquellos previamente firmados por la ENEE, debiendo incorporar todos los beneficios definidos en la presente Ley;

- 3) Vender su producción a través de un Contrato de Suministro de Energía Eléctrica resultante de la adjudicación de una licitación promovida por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). En este caso el precio de venta será el que resulte de la respectiva licitación y los términos y condiciones del contrato se definirán de acuerdo a las bases de licitación enmarcadas dentro de la Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico y de la Ley de Contratación del Estado, pero en ningún caso podrán participar en las licitaciones como alternativas o propuestas de oferta los proyectos cuyos contratos con la ENEE se encuentren vigentes. En el caso de licitaciones para los proyectos hidroeléctricos que la ENEE posea los permisos para estudio de obras de generación vigentes ante la SERNA y de los cuales se haya concluido sus estudios y diseños preliminares podrá implementarse esquemas de desarrollo que garanticen la construcción de los mismos en forma eficiente y sostenible tales como esquemas de capital mixto, esquema de construcción, operación y mantenimiento y transferencia (BOT por sus siglas en inglés); y,
- 4) Vender su producción a compradores fuera del territorio nacional. El Operador del Sistema deberá facilitar tal operación y el generador deberá pagar por los correspondientes cargos por transmisión definidos de acuerdo a la presente Ley.

ARTÍCULO 4.- El Estado hondureño apoyará las solicitudes de financiamiento para la ejecución de proyectos de generación de energía eléctrica utilizando fuentes naturales renovables en forma sostenible; sin convertirse en aval, fiador o garante de conformidad con lo dispuesto en la Ley Orgánica de Presupuesto vigente.

Los proyectos de generación de energía renovable que suscriban un Contrato de Suministro de Energía Eléctrica con la ENEE, tendrán derecho a celebrar con la Procuraduría General de la República un Acuerdo de Apoyo para el Cumplimiento del Contrato con el Estado de Honduras.

ARTÍCULO 5.- Podrán acogerse al Régimen Especial de Incentivos establecido en esta Ley aquellas instalaciones de producción de energía que utilicen como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa o cualquier tipo de bio-carburante. Las instalaciones del régimen especial antes mencionado se definen como:

- 1) Instalaciones abastecidas únicamente por energía solar;
- 2) Instalaciones abastecidas únicamente por energía eólica;
- 3) Instalaciones abastecidas únicamente por energía geotérmica, energía de olas de mar o de mareas y rocas calientes y secas;
- 4) Centrales Hidroeléctricas;
- 5) Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de cultivos energéticos, residuos agrícolas, ganaderos, forestales, cualquier tipo de biocarburos, biogás u otros derivados de la biomasa. Se entenderá como combustible principal aquel que represente como mínimo el noventa por ciento (90%) de la energía primaria utilizada. Las centrales de biomasa podrán generar con otra materia prima renovable, respetando el precio pactado;
- 6) Centrales que utilicen como combustible principal residuos urbanos. Se entenderá como combustible principal, aquel que represente como mínimo el noventa por ciento (90%) de la energía primaria utilizada;
- 7) Las expansiones de centrales de generación renovable ya existentes que amplíen su capacidad técnica de generación;
- 8) Las centrales de generación renovable que no hayan entrado en operación comercial, que se acojan en su totalidad a esta Ley y que firmen un nuevo contrato de suministro de energía eléctrica con la ENEE; y,
- 9) Los proyectos de eficiencia energética que utilicen y aprovechen el calor residual de una facilidad existente con el fin de producir energía eléctrica.

ARTÍCULO 6.- Créase el "FONDO DE DESARROLLO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE", que será administrado por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), con el fin de financiar la elaboración y construcción de proyectos nacionales que utilicen fuentes naturales renovables nacionales en forma sostenible para generación de energía eléctrica que sean de interés nacional.

El fondo será financiado con las recaudaciones provenientes por la aplicación de sanciones contenidas en el artículo 78 de la LEY MARCO DEL SUB-SECTOR ELÉCTRICO y las penalidades establecidas en los contratos de energía eléctrica; más las donaciones hechas por los países amigos para este fin, incluyendo los créditos y bonificaciones que países desarrollados donan a Honduras por el oxígeno generado o monóxido evitado por los proyectos estatales de energía que utilizan recursos naturales renovables en forma sostenible.

ARTÍCULO 7.- Para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas ya sea de propiedad pública, municipal, privada o mixta, en donde una institución del Estado centralizada o autónoma, descentralizada, patronal o municipal sea la administradora de la fuente de agua sea ésta potable o de riego, el desarrollador renovable suscribirá un convenio directamente con la Institución administradora o en su defecto se deberá suscribir un convenio entre la Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) y la Institución administradora con el fin de permitirle al desarrollador renovable la utilización del recurso para la generación de energía eléctrica.

Los convenios que se suscriban entre las instituciones del párrafo anterior se normalizarán de acuerdo a las reglamentaciones que emitirá la Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente para ese fin en un plazo no mayor a noventa (90) días hábiles de la entrada en vigencia de la presente Ley.

CAPÍTULO II

DEL MERCADO ELÉCTRICO REGIONAL, DEL PUNTO DE ENTREGA, RED DE TRANSMISIÓN, PEAJES Y PÉRDIDAS DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN, DEL CONTRATO DE OPERACIÓN Y PERMISOS

ARTÍCULO 8.- Reformar los Artículos 9 literal c), 17, 69 literal g), 74 y 75 del Decreto No.158-94 de fecha 4 de noviembre de 1994, que contiene la LEY MARCO DEL SUB-SECTOR ELÉCTRICO, los que en lo sucesivo se leerán así:

ARTÍCULO 9.- Además de las que le corresponden en virtud de su Ley Constitutiva y otras leyes, la ENEE tendrá las facultades siguientes:

- a);
- b); y,
- c) Celebrar contratos de importación y exportación de energía eléctrica, de conformidad con las normas legales existentes y los usos y procedimientos ya establecidos.

ARTÍCULO 17.- Los interesados en conectarse al SIN deberán construir por su cuenta y riesgo las instalaciones necesarias hasta el punto de interconexión o punto de entrega de la energía eléctrica. Para los proyectos de generación de energía con recursos renovables el punto de interconexión es la subestación más cercana del Sistema Interconectado Nacional y que pueda recibir toda la energía por dicho proyecto renovable.

Las instalaciones o mejoras requeridas en el SIN para recibir la energía entregada por las plantas generadoras privadas o mixtas a partir del Punto de Entrega y/o las mejoras en el SIN que generen beneficio técnico y económico a la ENEE, serán construidas y pagadas por la ENEE. Estas mejoras serán incorporadas al plan de expansión e inversiones de la ENEE sin afectar el techo de inversión que la Secretaría de Estado en el Despacho de Finanzas le asigna a la misma.

En caso que la ENEE o el propietario de la red carezca de fondos para la ejecución de las mejoras antes

descritas, el generador podrá facilitar el financiamiento y construir las mejoras, bajo el entendido que dicho monto y sus cargos financieros serán reintegrados en pagos mensuales al generador por parte de la ENEE o propietaria de la red.

Al menos ciento veinte (120) días previos a la adjudicación de la obra, el generador presentará a la ENEE o propietaria de la red un Plan para la construcción de la obra, en el que incluirá un listado de al menos tres (3) empresas para llevar a cabo el diseño, construcción y supervisión; un programa con los hitos más importantes; las normas a emplear en la construcción; los criterios de selección de las firmas; el presupuesto base.

En un plazo máximo de noventa (90) días contados desde la fecha en la cual el generador presentó el programa de construcción, la ENEE o la empresa propietaria de la red remitirá su no objeción al proceso, en caso que transcurridos los noventa (90) días la ENEE o la empresa propietaria de la red no se hayan pronunciado, se tomará como aceptado el Plan para la Construcción de la Obra, pudiendo el generador proceder a la adjudicación e implementación del mencionado plan y la ENEE o la empresa propietaria de la red remitirá su no objeción a la adjudicación. En caso que transcurridos treinta (30) días la ENEE o la empresa propietaria de la red no se hayan pronunciado, se tomará como aceptado la adjudicación.

Durante todo el proceso que lleve a la construcción de la obra, la supervisión emitirá en forma mensual informes de avance de la obra, los cuales serán remitidos a la ENEE o la propietaria de la red para que en un término máximo de diez (10) días de la recepción de los mismos emitan sus observaciones, concluido tal término y no habiendo emitido opinión al respecto se darán por aceptadas dichos informes.

Una vez finalizadas las obras y en un término máximo de noventa (90) días, la ENEE o la empresa propietaria de la red, dará recepción de la obra.

Si transcurrido tal término la ENEE o la empresa propietaria de la red no han hecho dicha recepción, se

entenderá que dicha recepción ha ocurrido sin ninguna responsabilidad para el generador.

El plazo de pago para reintegrar los fondos facilitados se pactará de mutuo acuerdo entre el generador y la ENEE y en todo caso no será mayor a siete (7) años.

El plazo de pago será fijado a un plazo menor de siete (7) años si se justifica un menor plazo de recuperación de la inversión por el ahorro económico de la disminución de pérdidas eléctricas en el SIN o el aumento de ingresos en la empresa propietaria de la red producto de la entrada en operación de la línea de transmisión o mejora a la red.

Los productores de energía con recursos renovables que deseen vender su energía producida a Empresas Distribuidoras o a los Grandes Consumidores definidos en la Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico, a través de contratos privados, podrán utilizar el SIN, como medio de interconexión para la entrega de esta energía, pagando a la ENEE o al propietario de la Red del SIN hasta un precio máximo de un centavo de dólar por cada Kilovatio-Hora (US\$. 0.010/kWh) de la energía entregada y facturada a las Empresas Distribuidoras o Grandes Consumidores. Ningún otro costo, será cobrado al generador ni al Gran Consumidor o Empresa Distribuidora por este servicio de transmisión y distribución.

Es entendido que la energía entregada al Gran Consumidor o Empresa Distribuidora será restada del medidor del generador renovable en el Punto de Entrega pactado con la ENEE y ésta no cambiará los compromisos de compra de energía establecidos en el contrato entre el generador renovable y la ENEE y en todo caso la ENEE siempre comprará la producción de energía establecida en el contrato de suministro que pueda resultar del total de la energía entregada en el Punto de Entrega menos la consumida por los Grandes Consumidores o Empresas Distribuidoras con las que el generador suscriba contratos privados de suministro de energía eléctrica.

La energía correspondiente a las pérdidas técnicas asociadas a dicha transferencia de energía, que en

ningún momento serán mayores del uno por ciento (1%) del total de la energía transmitida, serán asumidas por el generador y ésta se restará de la suministrada en el Punto de Entrega pactado con la ENEE.

Los convenios de suministro de energía entre los Grandes Consumidores o Empresas Distribuidoras y los generadores privados de energía que utilizan recursos renovables contemplarán únicamente el suministro de energía (kWh) y no se exime a los Grandes Consumidores de pagar a la ENEE las obligaciones por cargos de demanda máxima cuando ésta exceda de la capacidad de potencia firme disponible por el proyecto del generador renovable, cargos de alumbrado público y bajo Factor de Potencia.

Para la correcta aplicación de esta disposición, y en función de las atribuciones delegadas a la CNE en el artículo 7, inciso o) y lo establecido en el artículo 18, ambos de la Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico, la CNE en conjunto con la ENEE, deberá emitir, en un plazo máximo de sesenta (60) días calendario a partir de la fecha de entrada en vigencia de la presente Ley, los lineamientos, las normas técnicas y los precios por el peaje y la identificación de las pérdidas técnicas por la transferencia que las empresas propietarias de las redes de transmisión o distribución deben aplicar para asegurar el libre acceso remunerado de sus instalaciones.

Sin perjuicio de lo dispuesto en este artículo, la ENEE, al preparar los programas de expansión del Sistema Interconectado Nacional, de conformidad con lo que en tal sentido le manda la Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico, deberá tener presente el objetivo del Estado de Honduras de lograr un mayor desarrollo de las fuentes renovables de energía para la generación de electricidad, lo cual se deberá reflejar en los planes de expansión de la red de transmisión.

Para ello deberá tomar en cuenta el potencial hidroeléctrico y el potencial de generación con otras fuentes de energía renovable de determinadas zonas, a fin de prever, donde resulte económicamente justificado, las obras de transmisión que aseguren la

capacidad para absorber la producción de dichas fuentes.

Los desarrolladores tendrán la obligación de informar a la ENEE sobre los planes que tengan para el desarrollo de nuevas centrales basadas en fuentes renovables respondiendo a la política de incentivos del gobierno y, en donde ello se justifique, la ENEE deberá incluir esos proyectos como candidatos en sus ejercicios de planificación.

ARTÍCULO 69.- Los contratos de operación deberán establecer, entre otras, las condiciones siguientes:

- a);
- b);
- c);
- ch)....;
- d);
- e);
- f)y,

g) Establecer que los Contratos de Operación deberán ser renovados antes de su vencimiento si así lo solicitara el operador de la empresa de acuerdo a lo que establece el artículo 71 de la Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico, pudiendo la autoridad competente incluir los cambios operativos en el Sub-Sector Eléctrico vigentes en dicho momento. Las renovaciones serán aprobadas por la autoridad competente responsable en dicho momento, con por lo menos ciento ochenta (180) días calendarios antes del vencimiento de dicho contrato.

ARTÍCULO 74.- Si a la terminación del Contrato de Operación la Empresa del Sub-Sector Eléctrico que ostenta el mismo decide no renovarlo conforme a lo que establece el artículo 71 de la Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico o en caso de terminación anticipada del Contrato de Operación por cualquier causal de incumplimiento debidamente justificada y significativo, establecido en el Contrato de Operación o el artículo 72 de la Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico, si se considera a juicio del Estado que la instalación es necesaria para la operación del Sistema Interconectado Nacional, el Estado de mutuo acuerdo

con la empresa, podrá adquirir los bienes señalados en el Contrato de Operación a través de la Institución correspondiente y mediante el reconocimiento y pago a la empresa involucrada del valor de mercado de las instalaciones y equipos. El valor de mercado será determinado de común acuerdo, y en caso de no lograr este acuerdo dentro de los tres (3) meses posteriores a la terminación del Contrato de Operación, las partes se someterán al procedimiento de Arbitraje según lo establecido en la Ley de Conciliación y Arbitraje (Decreto 161-2000 de fecha 17 de octubre de 2000).

ARTÍCULO 75.- La Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) otorgará permisos de estudios para la construcción de obras de generación, los cuales 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 (6) meses no se han iniciado los estudios y presentado los informes requeridos por dicha Secretaría de Estado.

CAPÍTULO III

DEL DESPACHO DE LOS PROYECTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON RECURSOS RENOVABLES

ARTÍCULO 9.- La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), por medio de su centro de despacho, obligatoriamente despachará y recibirá toda la energía que los proyectos de generación con recursos renovables nacionales produzcan y entreguen en el punto de interconexión o entrega acordado, durante toda la vigencia de sus contratos de suministro de energía eléctrica, dándole prioridad sobre cualquier otro tipo de generación o compra de energía, con excepción de la energía producida por las plantas de generación de energía eléctrica con recursos renovables de propiedad directa de la ENEE.

El despacho obligatorio tendrá las excepciones siguientes:

- 1) Cuando los embalses de las centrales hidroeléctricas de propiedad estatal estén derramando y la toma de la

producción del generador necesite una reducción de la producción de esas centrales con un consecuente aumento de los volúmenes derramados;

- 2) Cuando las fallas en la central del generador estén causando perturbaciones en el SIN; y,
- 3) Cuando la central esté desconectada del sistema, en situaciones de emergencia o durante el restablecimiento del servicio después de una falla, mientras el operador del sistema no le haya dado instrucciones de conectarse nuevamente a la red y esta condición sea técnicamente justificada.

En las excepciones aquí descritas y cuando técnicamente sea posible, el productor de energía renovable tendrá el derecho de vender la producción que no pueda ser tomada por el Operador del Sistema a compradores fuera del territorio nacional. El Operador del Sistema deberá facilitar tal operación y el generador deberá pagar por los correspondientes cargos por transmisión definidos de acuerdo a la presente Ley. El Contrato de Suministro de Energía Eléctrica con la ENEE deberá prever esta posibilidad.

CAPÍTULO IV

DE LOS CAMBIOS DE REGULACIÓN, LEYES O REGLAMENTOS

ARTÍCULO 10.- A partir de la entrada en vigencia del presente Decreto y una vez firmados los contratos de suministro de energía, los cambios y/o modificaciones a la presente Ley, nuevas leyes o interpretaciones a leyes relacionadas, reglamentos, regulaciones, procedimientos y normas nacionales que le produzcan a la planta generadora de energía con recursos renovables un efecto económico distinto al establecido en el contrato que suscriban con la ENEE o entidad correspondiente, serán incorporados a través del precio de venta de la energía a partir de la fecha en que las mismas entren en vigencia para de esta forma mantener el equilibrio financiero del contrato y mantener actualizado al generador con los mismos beneficios directos que los originalmente pactados al momento de la

firma del Contrato de Suministro de Energía Eléctrica. El respectivo Contrato de Suministro de Energía Eléctrica deberá estipular la forma en que se realizará este ajuste, el cual deberá surtir efecto a partir de la fecha de entrada en vigencia del mencionado cambio regulatorio. El cambio económico producido a la ENEE por dicho cambio deberá ser compensado por el Estado de Honduras de tal manera que tanto la ENEE como el proyecto de generación de energía renovable puedan tener un equilibrio financiero garantizado de acuerdo a lo pactado en los correspondientes contratos de suministro de energía eléctrica que se suscriban.

CAPÍTULO V

DE LA EMPRESA NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA

ARTÍCULO 11.- La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) gozará de todos los beneficios otorgados por la presente Ley para desarrollar y construir sus propios proyectos, así como también para activar y mantener en operación los proyectos existentes.

ARTÍCULO 12.- Con el fin de fortalecer a la ENEE y que ésta pueda cumplir con los compromisos adquiridos con la presente Ley, el Estado está obligado a incrementar el presupuesto de inversión de la ENEE para que ésta pueda disminuir las pérdidas técnicas y no técnicas del SIN.

ARTÍCULO 13.- La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) incluirá también en sus pliegos tarifarios, los ahorros por la generación de energía con recursos renovables nacionales o en su defecto las variaciones adicionales en que pueda incurrir por la aplicación de la presente Ley.

ARTÍCULO 14.- El procedimiento para la aprobación del Contrato de Suministro de Energía Eléctrica, entre la ENEE y el Generador Renovable, deberá resolverse en un plazo máximo de cuarenta y cinco (45) días hábiles administrativos, que se contarán a partir del día siguiente en que conste que la solicitud presentada reúne los requerimientos solicitados por la ENEE, siendo éstos como mínimo el permiso otorgado por la Secretaría de

Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) para realizar el Estudio de Factibilidad y su respectivo Estudio de Factibilidad.

El Contrato de Suministro de Energía Eléctrica deberá ser enviado por la Junta Directiva o máxima autoridad vigente en la administración de la ENEE a la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) para que ésta a su vez como ente con iniciativa de ley lo remita al Congreso Nacional para su respectiva aprobación. Revisar el procedimiento de aprobación del Contrato de Suministro.

CAPÍTULO VI

DE LA SERNA, LAS SOLICITUDES, PERMISOS Y CONTRATOS

ARTÍCULO 15.—La Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) creará una ventanilla única para atender las solicitudes de: Estudios de Factibilidad para la construcción de obras de generación de energía con recursos renovables nacionales, Licencia Ambiental o Autorización Ambiental según aplique, Contrata de Aguas y Contrato de Operación. Los permisos para Estudios de Factibilidad para la construcción de obras de generación que autorice la Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente, conllevarán exclusividad para el uso del recurso renovable solicitado y sobre el sitio de las instalaciones durante el término de su duración.

Para otorgar los permisos de estudio de factibilidad no es requisito que quienes aplican sean propietarios del terreno del sitio, siempre y cuando obtenga la autorización del propietario. Si en término de seis (6) meses tal como es establecido en el Artículo 75 de la Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico, retomado en la presente Ley, no se ha iniciado los estudios correspondientes y su permiso fuera revocado de oficio, la Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) podrá dar trámite a nuevas solicitudes de estudios de factibilidad para dicho sitio.

A partir de la vigencia de la presente Ley, la Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y

Ambiente dispondrá de un plazo de noventa (90) días para revisar de oficio o a instancia de parte interesada todos los permisos que se han otorgado para exigir a sus titulares completen los requisitos que establecerá el reglamento los cuales de no cumplirse darán lugar a la cancelación de los permisos sin más trámite y sin responsabilidad alguna para el Estado.

Los Contratos de Operación y las Contratas de Agua, si aplican, deberán ser enviados al Congreso Nacional para su respectiva aprobación. Éstos serán respaldados en forma conjunta por una garantía bancaria de sostenimiento de los mismos con vigencia de tres (3) meses calendario a partir de la presentación de la solicitud, emitida por una institución financiera nacional reconocida por la Comisión Nacional de Bancos y Seguros, con un valor a Ochocientos Dólares de los Estados Unidos de América (US\$800.00) equivalente en lempiras, por cada Megavatio (MW) de capacidad instalada que el proponente pretenda construir y operar.

Se instruye a la SERNA para que modifique el artículo 64 del Reglamento de la Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico y demás afines que apliquen para adecuarlos a lo descrito en la presente Ley.

El procedimiento administrativo para la aprobación de las solicitudes que se presenten ante SERNA, se resolverán dentro del término de treinta (30) días hábiles administrativos y sesenta (60) días hábiles administrativos para las Licencias o Autorizaciones Ambientales según aplique, que se contarán a partir del día siguiente en que conste que la solicitud presentada reúne todos los requisitos establecidos, o en su caso, se hayan cumplimentado los requerimientos practicados al tenor del artículo 63 reformado de la Ley de Procedimiento Administrativo.

En caso de que la solicitud correspondiente no contenga los requisitos establecidos por la Ley, se procederá a requerir al compareciente, mediante simple notificación personal o por tabla de avisos, para que en el plazo de diez (10) días hábiles administrativos lo complemente, con el apercibimiento que de no hacerlo así, se procederá a caducar la solicitud y archivar las diligencias.

La Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente hará público, en un plazo máximo de sesenta (60) días calendario a partir de la entrada en vigencia de la presente Ley, el Reglamento o Normativa respectiva que contendrá los requisitos para los distintos trámites administrativos, es entendido que no se podrán solicitar más requisitos que los establecidos en la Ley.

ARTÍCULO 16.- Los proyectos de generación de energía eléctrica con fuentes renovables nacionales cuya capacidad instalada de generación sea menor o igual a tres mil kilovatios (3,000 kW), estarán exentos de suscribir el Contrato de Operación y tendrán una modalidad simplificada de licenciamiento de operación, para lo cual la SERNA debe, en un término máximo de sesenta (60) días contados a partir de la entrada en vigencia de la presente Ley, emitir las disposiciones que normen dicho licenciamiento.

CAPÍTULO VII

DE LAS CUENCAS, ZONAS DE RESERVA Y LAS AUTORIZACIONES AMBIENTALES

ARTÍCULO 17.- Las obras que forman parte de los proyectos amparados en la presente Ley, tales como: tomas de agua, embalses, casas de máquinas, líneas de transmisión, líneas de conducción, vías de acceso, subestaciones y cualquier otra obra de infraestructura que se encuentre dentro de un área de reserva nacional, zona de amortiguamiento o área protegida se respetará el decreto de creación de las mismas en caso de que proceda su aprobación, deberá considerarse un Plan de Ordenamiento Hidrológico, la evaluación de impacto ambiental como parte del Plan de Manejo de dicha área.

ARTÍCULO 18.- Reformar el artículo 34 de la LEY GENERAL DEL AMBIENTE contenida en el Decreto No.104-93 de fecha 27 de mayo de 1993, que en lo sucesivo se leerá así:

ARTÍCULO 34.- Con el propósito de regularizar el régimen de las aguas, evitar los arrastres sólidos y ayudar a la protección de los embalses, represas, vías de comunicación, tierras agrícolas y poblaciones

contra los efectos nocivos de las aguas, se ejecutarán proyectos de ordenamiento hidrológico que garanticen además la conservación de las cuencas hidrográficas. Dichos proyectos se ejecutarán por parte del Estado a través de la SERNA u otras instituciones que las leyes ordenen.

Estos proyectos partirán de la consideración de las cuencas hidrográficas como unidad de operación y manejo.

Todo proyecto hidroeléctrico, de irrigación o cualquier otro destinado a aprovechar en gran escala aguas superficiales o subterráneas dentro del territorio nacional serán precedidos de una Evaluación Ambiental de acuerdo a la categorización de proyectos determinada por la SERNA y publicada en el Diario Oficial La Gaceta. Todo proyecto cuya capacidad instalada sea menor o igual a 3 MW será considerado categoría 1, requiriendo únicamente un registro ambiental. Los proyectos hidroeléctricos mayores a tres megavatios (3 MW) de capacidad instalada y menor a quince megavatios (15 MW), serán considerados categoría 2 y para la solicitud de autorización ambiental ante SERNA se requerirá un Diagnóstico Ambiental Cualitativo. Los proyectos Hidroeléctricos de igual o mayor capacidad instalada que quince megavatios (15 MW) serán considerados categoría 3 y para la solicitud de Licencia Ambiental ante SERNA se requerirá un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

ARTÍCULO 19.- La SERNA, una vez concluido el estudio de Evaluación de Impacto Ambiental o Diagnóstico Ambiental Cualitativo, según el caso y habiendo cumplido el proponente con los requisitos establecidos a través de la ventanilla única, cuando sea requerido, emitirá una Licencia Ambiental o Autorización Ambiental, según procediere, que incluya y contemple las obras del proyecto de generación con sus respectivos accesos, líneas de transmisión, subestaciones, embalses de agua, botaderos de residuos de materiales de construcción y bancos de préstamo de materiales y agregados para la construcción de las obras del proyecto renovable.

La SERNA involucrará el criterio o recomendaciones de otras dependencias del Estado que estime conveniente

previo a emitir las medidas de mitigación y la Licencia Ambiental o Autorización Ambiental, según proceda, del proyecto renovable. Los proyectos de energía renovables deberán cumplir con las medidas de mitigación emitidas con la Licencia Ambiental o Autorización Ambiental y quedarán exentos de cualquier pago o requisito adicional ante otras dependencias del Estado tales como AFE-COHDEFOR, Dirección Ejecutiva de Fomento a la Minería o las Unidades Medio Ambientales (UMA), de las municipalidades en general o con las cuales la SERNA mantiene acuerdos ambientales especiales. Esta disposición es de aplicación general e incluye a los proyectos menores de tres (3) megavatios.

ARTÍCULO 20.- La duración de la Autorización o Licencia Ambiental a que se refiere el artículo 5 de la LEY GENERAL DEL AMBIENTE reformado por el artículo 30, Decreto No.194-2002 de fecha 15 de mayo de 2002, de la LEY DEL EQUILIBRIO FINANCIERO Y LA PROTECCIÓN SOCIAL, para los proyectos de generación de energía con recursos renovables, tendrá una vigencia conforme al contrato de operación de cada proyecto siempre y cuando no resulte en deprimimento de los recursos ecológicos y naturales y sistemas ecológicos de la zona, y un costo por emisión de acuerdo a la escala establecida en el referido artículo 30 de la Ley del Equilibrio Financiero y la Protección Social. Esta Autorización o Licencia Ambiental deberá ser renovada cada vez que se renueve el Contrato de Operación del proyecto.

CAPÍTULO VIII

DEL APROVECHAMIENTO Y CONCESIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES NACIONALES

ARTÍCULO 21.- Reformar los artículos 25, 62 y 68 de la LEY DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS NACIONALES, que en lo sucesivo se leerán así:

ARTÍCULO 25.- En la contrata de aprovechamiento de aguas nacionales, se observará el orden de preferencia siguiente:

- I. Abastecimiento de poblaciones
- II. Riego

- III. Generación de energía eléctrica y fuerza hidráulica
- IV. Canales de navegación
- V. Beneficios de café, molinos y otras fábricas, abastecimiento de ferrocarriles, barcas de paso y puentes flotantes.

Dentro de cada clase serán preferidas las empresas de mayor importancia y utilidad, y en similares o iguales circunstancias, las que antes hubiesen solicitado el aprovechamiento.

En lo referente al aprovechamiento de aguas para fines agrícolas serán preferidos de acuerdo con lo dispuesto en el Código Civil, los terrenos ribereños superiores en proporción a la cantidad de terrenos cultivados o por cultivar.

En todo caso, se respetarán preferentemente los aprovechamientos comunes para el servicio doméstico.

ARTÍCULO 62.- La contrata para el desarrollo y aprovechamiento de las fuerzas hidráulicas, sólo puede celebrarse mediante condiciones y por tiempo limitado. Para el caso de aprovechamiento de la fuerza hidráulica del agua para generación de energía eléctrica, el plazo de la Contrata de Aguas será por un tiempo igual al establecido en los respectivos Contratos de Operación de los proyectos de generación de energía eléctrica con recursos renovables.

ARTÍCULO 68.- Los proyectos hidroeléctricos obtendrán la concesión del aprovechamiento de aguas nacionales, del recurso natural renovable utilizado para la generación de energía eléctrica y del área correspondiente al desarrollo del proyecto de generación de energía, a través de la Contrata de Agua. En la Contrata de Agua además se establecerá que para utilizar las aguas del dominio del Estado, por medio de instalaciones hidráulicas, debe pagar un canon anual de diez centavos de dólar de los Estados Unidos de América por cada kilovatio instalado (US\$. 0.10/kW) durante los primeros quince (15) años a partir de la entrada en operación comercial de la planta y de veinte centavos de dólar de los Estados Unidos de América por cada kilovatio instalado (US\$. 0.20/kW) del año

dieciséis (16) en adelante. El pago correspondiente será a favor de la municipalidad en donde se encuentre instalada la planta y en caso que la ubicación de la instalación esté comprendida en más de una municipalidad, el pago será compartido entre las municipalidades involucradas en tales límites.

ARTÍCULO 22.- Los proyectos de generación de energía eléctrica con recursos naturales nacionales que utilicen para su producción recursos naturales diferentes a la fuerza hidráulica de las aguas nacionales, tales como los que utilicen recurso eólico, solar, biomasa, geotérmico, energía de mar o mareas, y residuos urbanos, obtendrán la concesión de uso para el aprovechamiento del recurso natural utilizado para la generación de energía y del área correspondiente donde se encuentre el recurso natural renovable, del desarrollo e instalaciones del proyecto, a través de los respectivos Contratos de Operación y en el mismo se establecerá las modalidades para el uso y aprovechamiento de dichos recursos naturales.

ARTÍCULO 23.- La concesión del recurso natural renovable utilizado para la generación de energía eléctrica y del área correspondiente donde se encuentre el recurso natural renovable y el desarrollo del proyecto, será otorgada por la SERNA en forma temporal por el período de tiempo autorizado en el permiso para la realización del estudio para construcción de obras de generación, incluyendo sus respectivas ampliaciones si las tuviere y en forma definitiva al entrar en vigencia el Contrato de Operación o Contrata de Aguas, según aplique, de acuerdo al tipo de recurso natural renovable que utilice para la generación de energía eléctrica.

ARTÍCULO 24.- Los proyectos de generación de energía eléctrica con recursos renovables y su correspondiente concesionamiento, siendo de utilidad pública según lo establece el artículo 1 del Decreto No.103-2003 de fecha 15 de julio de 2003, en todo caso, tienen prioridad nacional sobre cualquier otro tipo de concesión, a excepción de las concesiones para el aprovechamiento de aguas nacionales cuando sea el caso

de abastecimiento de poblaciones y riego, cuya finalidad difiera de la generación de energía eléctrica con recursos renovables. Las áreas destinadas para dichos proyectos renovables serán concesionadas y otorgadas con carácter de exclusividad por el período establecido en el permiso de estudio de factibilidad y por el período de vigencia del Contrato de Operación o Contrata de Aguas emitido por la SERNA. Las demás concesiones cuya finalidad difiera de la generación de energía eléctrica con recursos renovables, emitidas por cualquier dependencia o Secretaría de Estado, deberán concertar o armonizar sus trabajos de explotación de los recursos concesionados garantizando siempre a los proyectos de generación de energía eléctrica con recursos naturales renovables el libre y seguro aprovechamiento de los recursos renovables que puedan ser destinados para la generación de energía eléctrica y adicionalmente deberá dicho concesionario demostrar la factibilidad de conducir sus operaciones de forma armonizada sin interferencia de los proyectos de explotación de recursos renovables para generación de energía eléctrica.

CAPÍTULO IX

DEL CONTRATO DE OPERACIÓN Y DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIÓN

ARTÍCULO 25.- La duración de los Contratos de Operación para los proyectos de generación de energía con recursos renovables se establece que será el máximo plazo del rango establecido en el inciso b) del Artículo 69 de la Ley Marco del Sub-Sector Eléctrico.

ARTÍCULO 26.- Los reglamentos de operación del sistema y el contrato de suministro de capacidad, energía y/o servicios auxiliares deberán prever la manera en que se manejarán las desviaciones con respecto a los programas de producción anunciados por el generador. Sin embargo, en ningún caso se aplicarán a los generadores acogidos a la presente Ley penalizaciones por deficiencias en su producción que sean atribuibles a la variabilidad natural de la fuente de energía utilizada.

CAPÍTULO X

DISPOSICIONES GENERALES Y TRANSITORIAS

ARTÍCULO 27.- A fin de obtener los incentivos fiscales establecidos en la presente Ley, los productores de energía con recursos renovables nacionales deberán presentar su solicitud ante la Dirección Ejecutiva de Ingresos (DEI), con su correspondiente Certificación de Resolución de permiso de Estudio de Factibilidad emitido por la SERNA, para los proyectos de tres (3) megavatios o menores; y Contrato de Operación aprobado por la SERNA para los proyectos que generen energía por más de tres (3) megavatios. La Dirección Ejecutiva de Ingresos (DEI), deberá emitir resolución en un plazo no mayor de treinta (30) días hábiles, contados a partir de la presentación de la misma.

ARTÍCULO 28.- Los proyectos renovables que no hayan iniciado operación comercial, se acogerán a los beneficios establecidos en la presente Ley, entendiéndose tal extremo en lo sucesivo.

ARTÍCULO 29.- En el caso de las tierras ejidales y nacionales se tendrá lo establecido en el artículo 3 del Decreto No.103-2003 de fecha 15 de julio de 2003, con una aplicación análoga en el Instituto Nacional Agrario (INA) a fin de dar cumplimiento a la presente Ley.

ARTÍCULO 30.- La Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) está obligada a resolver todos aquellos expedientes contentivos a solicitudes para desarrollar proyectos de generación de energía con recursos renovables nacionales que hayan sido presentados previos a la creación de la Ventanilla Única conforme a los procedimientos y plazo establecidos en la presente Ley. Para los efectos de la presente Ley todos los proyectos y solicitudes presentados con anterioridad a la vigencia de la misma, mantendrán todos sus derechos adquiridos y en ningún momento serán obligados a una nueva presentación sobre los derechos ya existentes ni a la presentación de nuevos requisitos.

ARTÍCULO 31.- La Secretaría de Estado en los Despachos de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA)

dará seguimiento a la aplicación del presente Decreto y deberá reformar y publicar los respectivos reglamentos y acuerdos, en un plazo no mayor de tres (3) meses, a fin de adecuarlos a la presente Ley.

ARTÍCULO 32.- Derogar los artículos siguientes: Artículo 1 del Decreto No.45-2000 de fecha 2 de mayo de 2000, publicado en el Diario Oficial La Gaceta el 4 de julio de 2000; Artículo 1 del Decreto No.176-99 de fecha 30 de octubre de 1999 y publicado en el Diario Oficial La Gaceta el 23 de febrero de 2000; Artículo 2 del Decreto No.267-98 de fecha 30 de octubre de 1998 y publicado en el Diario Oficial La Gaceta el 5 de diciembre de 1998; Asimismo, derogar todas aquellas disposiciones que se opongan a la presente Ley.

ARTÍCULO 33.- El presente Decreto entrará en vigencia a partir del día de su publicación en el Diario Oficial La Gaceta.

Dado en la ciudad de Tegucigalpa, Municipio del Distrito Central, en el Salón de Sesiones del Congreso Nacional, a los treinta y uno días del mes de mayo de dos mil siete.

ROBERTO MICHELETTI BAÍN
PRESIDENTE

JOSÉ ALFREDO SAAVEDRA PAZ
SECRETARIO

ELVIA ARGENTINA VALLE VILLALTA
SECRETARIA

Al Poder Ejecutivo.

Por Tanto: Ejecútese.

Tegucigalpa, M.D.C., 29 de junio de 2007.

JOSÉ MANUEL ZELAYA ROSALES
PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

**EL SECRETARIO DE ESTADO EN LOS DESPACHOS
DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE.**
MAYRA MEJÍA DEL CID

La Gaceta REPÚBLICA DE HONDURAS - TEGUCIGALPA, M. D. C., 14 DE SEPTIEMBRE DEL 2015 No. 33,834	Sección A Acuerdos y Leyes
<p data-bbox="332 331 771 457">Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas</p> <p data-bbox="284 472 795 525">ACUERDO EJECUTIVO No. 008-2015</p> <p data-bbox="324 546 771 609">EL PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPÚBLICA,</p> <p data-bbox="267 630 803 850">CONSIDERANDO: Que en el Decreto 104-93 del 27 de Mayo de 1993, que contiene la Ley General del Ambiente, crea el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA), para someter a los proyectos, instalaciones industriales o cualquier otra actividad pública o privada, susceptible de contaminar o degradar el ambiente o los recursos naturales, a una previa Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que permita prevenir los posibles efectos negativos.</p> <p data-bbox="267 871 803 1144">CONSIDERANDO: Que para dotar de una normativa que definiera, enmarcase e hiciera operacional el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA), como un instrumento legal que asegure el desarrollo sostenible del país y el bienestar de las futuras generaciones, se emitió el Reglamento del SINEIA, aprobado el 17 de diciembre de 1993 y publicado en La Gaceta del 5 de marzo de 1994, el cual ha sufrido dos (2) modificaciones para ir adecuándolo a las necesidades y cambios técnicos administrativos que estén de acuerdo y en concordancia con la relación ambiente, recursos naturales y desarrollo sostenible.</p> <p data-bbox="259 1165 803 1354">CONSIDERANDO: Que la Ley General del Ambiente ha sido objeto de reformas que inciden sobre el proceso de evaluación de impactos ambientales y que la apertura comercial, la globalización y los Tratados de Libre Comercio, representan una nueva realidad de desarrollo que exigen que la nación se equipe con nuevas herramientas ambientales que le permitan actuar de mejor manera ante esos nuevos retos.</p> <p data-bbox="259 1375 803 1522">CONSIDERANDO: Que es indispensable la integración armónica de todos los sectores públicos y privados que conforman el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA), a fin de que el mismo sea congruente con la realidad y las necesidades del país.</p> <p data-bbox="251 1543 803 1753">CONSIDERANDO: Que este nuevo proceso de Licenciamiento Ambiental se genera con el fin de optimizar el trabajo entre Gobierno Central, alcaldías, cooperación internacional y demás entidades que apoyan la inversión de los proyectos del Estado. Así como facilitar la inversión, la productividad y competitividad del sector privado nacional e internacional.</p>	<p data-bbox="836 346 1356 525">CONSIDERANDO: Que en la Región Centroamericana existe un Acuerdo para la Modernización, Fortalecimiento y Armonización de los Sistemas de Evaluación de Impacto Ambiental, firmado en julio del 2002, en el que se establecen una serie de lineamientos técnicos que cada país de la región adapta según su condición y realidad.</p> <p data-bbox="836 546 1356 661">CONSIDERANDO: Que para adaptar la normativa del país al nuevo escenario en la evaluación de impactos ambientales se hace indispensable aprobar un nuevo Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA).</p> <p data-bbox="836 693 1356 987">CONSIDERANDO: Para dotar de una normativa que haga operativo el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA), como un instrumento legal que asegure el desarrollo sostenible del país, es necesario un nuevo proceso de Licenciamiento Ambiental que incluya Tecnología de Información y Comunicación (TIC) y que integre información geográfica digital desarrollada por las diferentes instituciones gubernamentales, la que será responsabilidad de la institución competente actualizar de acuerdo a las exigencias y con la cual se definirá la fragilidad ambiental de cada proyecto.</p> <p data-bbox="1047 1018 1177 1050">PORTANTO,</p> <p data-bbox="836 1081 1356 1249">En el ejercicio de las atribuciones que le otorga el Artículo 245, literal 11, de la Constitución de la República, y en aplicación de los Artículos 11, 17, 20, 29 reformado, 117 y 118 de la Ley General de la Administración Pública, y los Artículos 1, 5, 9, 11, 28, 78, 79, 82, 83, 103, 107 y 108 de la Ley General del Ambiente.</p> <p data-bbox="1047 1281 1193 1312">ACUERDA:</p> <p data-bbox="836 1344 1356 1438">PRIMERO: Aprobar el Reglamento del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA), que literalmente dice:</p> <p data-bbox="885 1470 1356 1543">REGLAMENTO DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</p> <p data-bbox="982 1575 1258 1638">CAPITULO I PRINCIPIOS Y OBJETIVOS</p> <p data-bbox="836 1669 1356 1732">Artículo 1.- En cumplimiento de los Artículos 5, 9 y 11 de la Ley General del Ambiente y el Artículo 8 del Reglamento General</p>

de la Ley del Ambiente que dispone la creación y desarrollo del "Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental", se emite el presente Reglamento. Dicho sistema se identificará con las siglas "SINEIA" y funcionará bajo la coordinación de la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (MIAMBIENTE).

Artículo 2.- Son objetivos de este Reglamento:

- a) Organizar, coordinar y regular el SINEIA, estableciendo los nexos entre la Secretaría de MIAMBIENTE y las entidades de los sectores público, privado nacionales e internacionales;
- b) Asegurar que los planes, políticas, programas y proyectos, instalaciones industriales o cualquier otra actividad pública o privada susceptibles de contaminar o degradar el ambiente, sean sometidos a una evaluación de impacto ambiental a fin de evitar daños significativos, reversibles e irreversibles al ambiente;
- c) Identificar y desarrollar los procedimientos y mecanismos por los cuales el SINEIA y las otras Leyes Sectoriales y Reglamentos en materia ambiental se complementan;
- d) Promover, gestionar y coordinar los procesos para la incorporación del público, organizaciones no gubernamentales, entidades bancarias y empresa privada e instituciones gubernamentales, centrales y locales al SINEIA; y,
- e) Aplicar las políticas, normas, procedimientos que actualicen el SINEIA en consonancia con la situación económica, política, social, legal, cultural y ambiental del país; buscando siempre la celeridad, compatibilidad del desarrollo y el ambiente a través de un desarrollo sustentable.

Artículo 3.- Los principios que regirán el sistema son:

Principios de Prevención: Toda actividad humana tiene asociado un riesgo o impacto ambiental que es inherente a su naturaleza y la serie de procesos que involucran, lo que razonablemente permite predecir su alcance ambiental y adoptar medidas para minimizar su impacto negativo.

Principios de Precautoriedad: La falta de certeza científica no es obstáculo para que se adopten medidas para prevenir daños al ambiente y a los recursos naturales.

Principios de Responsabilidad Ambiental: Las personas individuales o jurídicas tienen el deber ante la sociedad y ante sí misma, de realizar bajo su propia responsabilidad y como un mecanismo autónomo de regulación una identificación de los impactos y riesgos ambientales que pueden estar produciendo algún grado de contaminación ambiental; y como consecuencia de ello, establecer un Plan de Gestión Ambiental dinámico encaminado a prevenir y corregir dicha contaminación ambiental, a fin de lograr su equilibrio ecológico.

Principios de Proporcionalidad: Los mecanismos de Licenciamiento Ambiental, así como de su control y seguimiento, deben ser proporcionales al grado de riesgo o impacto ambiental que caracteriza la acción humana en cuestión.

Principios de Gradualidad: MIAMBIENTE, aplica los instrumentos y medios que sean necesarios para prevenir y corregir la contaminación ambiental, tomando en cuenta la escala de los impactos y su significancia. Así mismo toma en cuenta los riesgos ambientales involucrados y promueve que sean resueltos con orden prioritario aquellos que representan mayor y más severa afectación al ambiente.

Como complemento de ello, se seguirá un mecanismo de planificación de forma tal que las actividades humanas sujetas al proceso, puedan planificar y organizar las acciones ambientales en cumplimiento de este principio, estableciendo plazos y metas razonables para todas las partes.

Principios de Fiscalización basado en la Acreditación y Certificación: MIAMBIENTE, sobre la base de aplicación de los principios de responsabilidad ambiental y de reglas claras, utiliza las Licencias Ambientales emitidas por entes debidamente habilitados, como insumo de los instrumentos de autorización y control ambiental y como complemento de otros elementos directos de control que se pueden utilizar a su juicio y discreción para el cumplimiento de lo que manda la Ley en la materia.

Principios de Reglas Claras: Los lineamientos jurídicos, instrumentos y procedimientos técnicos son publicados y puestos a disposición de todos los interesados, de forma tal que puedan ser conocidos por todos, reduciendo así a su mínima expresión, la discrecionalidad y la subjetividad con que puedan tomarse decisiones por parte de la autoridad y dando su marco de transparencia e información a la gestión que se realiza.

Principio de Buena Fe: MIAMBIENTE, recibirá la información basada en que la misma será técnica y legalmente correcta, veraz y conteniendo todos los requisitos e insumos requeridos para el proceso de Licenciamiento Ambiental.

Principio de Agilidad Técnica: MIAMBIENTE, utilizará todas las herramientas tecnológicas que le permitan evaluar rápida y eficazmente las solicitudes de Licenciamiento Ambiental de tal forma que se obtenga una Licencia Ambiental Operativa la cual da paso a los siguientes trámites para dar inicio al proyecto.

Principio de Automatización de Decisiones: MIAMBIENTE, utilizará la aplicación de sistemas mecánicos, electrónicos y de bases computacionales para operar, agilizar y reducir la discrecionalidad de toma de decisiones en los procesos de Licenciamiento Ambiental.

CAPÍTULO II DEFINICIONES, CONCEPTOS, SIGLAS Y ABREVIATURAS

Artículo 4.- Cuando se utilicen las abreviaturas y siglas siguientes, tienen el significado que a continuación se detalla:

CTA: Comité Técnico Asesor.
AMHON: Asociación de Municipios de Honduras
CBPA: Código de Buenas Prácticas Ambientales
DECA: Dirección General de Evaluación y Control Ambiental
EIA: Evaluación de Impacto Ambiental.
EsEIA: Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.
EAA: Estudio de Auditoría Ambiental.
ICF: Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre.
IFA: Índice de Fragilidad Ambiental.
ONG: Organización no Gubernamental.
MIAMBIENTE: Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas.
SINEIA: Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.
UMA: Unidad Municipal Ambiental.
UGA: Unidad de Gestión Ambiental.
PGA: Plan de Gestión Ambiental.
PMA: Plan de Mejoramiento Ambiental.
PSA: Prestador de Servicios Ambientales.

CAPÍTULO II DEFINICIONES, CONCEPTOS, SIGLAS Y ABREVIATURAS.

Artículo 5.- Cuando en el presente Reglamento se utilicen las siguientes definiciones y conceptos se entiende:

- 1.- **Ambiente o Medio Ambiente:** El sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí en permanente modificación por la acción humana o natural, y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano.
- 2.- **Área del Proyecto:** Superficie de terreno afectada directamente por las obras o actividades tales como el área de construcción, instalaciones, caminos, sitio de almacenamiento, disposición de materiales y otros.
- 3.- **Área Total del Proyecto:** Está conformada por el área donde se desarrolla la actividad más el área de influencia determinado en la Tabla de Categorización vigente.
- 4.- **Área Ambientalmente Frágil:** Espacio geográfico que en función de sus condiciones de geo aptitud, capacidad de uso del suelo o de ecosistemas que lo conforman, o bien de su particularidad sociocultural, presentan una capacidad de carga limitada y, por tanto, limitantes técnicas para su uso y para la realización de proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad.
- 5.- **Área Protegida:** Es aquella área, cualquiera fuera su categoría de manejo, definida como tal por la Ley, para la conservación y protección de los recursos naturales y culturales, tomando en cuenta parámetros geográficos, antropológicos, bióticos, sociales y económicos de la misma, que justifiquen el interés general.
- 6.- **Auditoría Ambiental:** Es una acción de seguimiento y control para la verificación en el sitio de una obra o actividad en operación por parte del SINEIA o de una entidad autorizada por éste, con el objetivo de verificar, por medio de un procedimiento técnico, ordenado y estandarizado que dichas actividades humanas no estén provocando daños ambientales.

- 7.- **Bitácora Ambiental:** Libro foliado, donde el responsable ambiental de la actividad u obra registra el proceso de seguimiento del cumplimiento de compromisos ambientales adquiridos, el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, las Guías de Buenas Prácticas Ambientales o el Código de Buenas Prácticas Ambientales.
- 8.- **Ciclo del Proyecto:** Conjunto de fases o etapas que cubren el desarrollo de una actividad humana. Siguiendo una secuencia lógica temporal, las principales fases son las siguientes: concepción de la idea, prefactibilidad, factibilidad, diseño, construcción, operación, así como las ampliaciones o modificaciones y eventualmente, el cierre.
- 9.- **Código de Buenas Prácticas Ambientales de Honduras (CBPAH):** Documento que contiene el conjunto de prácticas ambientales, generales y específicas, que deben cumplir todo Proponente, como complemento de las regulaciones ambientales vigentes en el país y siempre que no se disponga de una Guía de Buenas Prácticas Ambientales específicas que cubra la actividad humana en cuestión. En el mismo se establecen acciones de prevención, corrección, mitigación y compensación que deben ejecutarse a fin de promover la protección y prevención de daños al ambiente. Este documento debe ser tomado en consideración por los profesionales que intervienen en el proceso de Licenciamiento Ambiental de los proyectos, obras o actividades de bajo impacto ambiental, ya sea en revisiones, inspecciones, controles y seguimientos de los mismos. Puede ser utilizado como instrumento de agilización y control ambiental de las acciones humanas de bajo impacto/riesgo ambiental.
- 10.- **Coefficientes Técnicos:** Son los valores numéricos establecidos como parámetro de valoración de impactos físico, químico o biológico, el cual, si se encuentra fuera de los límites establecidos, causará daños a la salud humana, a los ecosistemas o al patrimonio histórico-cultural. Las normas serán específicas dependiendo del uso que se le quiera dar al recurso.
- 11.- **Compromisos Ambientales:** Conjunto de medidas ambientales que son necesarias de aplicar para que un proyecto, obra o actividad pueda ejecutarse dentro de un marco de equilibrio ambiental, de prevención y corrección de la contaminación. Estas medidas adquieren un carácter obligatorio cuando se formaliza el proceso de Licencia Ambiental por parte de MIAMBIENTE. Su incumplimiento es objeto de sanción administrativa y penal, según sea el alcance de sus efectos.
- 12.- **Constancia de No Requerir Licencia Ambiental:** Constancia emitida por MIAMBIENTE, a solicitud del interesado para todos aquellos proyectos, obras o actividades que por su naturaleza estén por debajo de los de Categoría 1 calificados en muy bajo impacto ambiental o de riesgo ambiental muy bajo. Como tales, no estarán sujetos a cumplir trámites de Licencia Ambiental.
- 13.- **Contrato de Cumplimiento de Medidas Ambientales:** Conjunto de operaciones técnicas y acciones propuestas, que permiten la operación de un proyecto, obra o actividad, dentro de las normas legales, técnicas y ambientales para prevenir, corregir o mitigar los impactos o riesgos ambientales negativos. Este contiene las medidas ambientales y los compromisos establecidos según la Categoría y coeficiente de impacto ambiental.
14. **Control y Seguimiento:** Es el conjunto de acciones realizadas por MIAMBIENTE o a quien esta designe, durante la construcción y/o la operación de un proyecto para asegurar que los compromisos ambientales establecidos en el proceso de obtención de la Licencia Ambiental se están llevando a la práctica, verificando asimismo que no han aparecido nuevos impactos durante el tiempo que el proyecto ha estado en operación.
- 15.- **Daño Ambiental:** Impacto Ambiental negativo no previsto ni controlado, ni planificado en un proceso de evaluación ambiental (evaluado ex - ante), producido directa o indirectamente por un proyecto, obra, industria u otra actividad, sobre todo o cualquiera de los componentes del ambiente que implica una alteración valorada como mínimo de alta significancia de impacto ambiental.
- 16.- **Dictamen Técnico:** Es el documento emitido por MIAMBIENTE que fundamenta la aceptación o rechazo de una Licencia Ambiental desde el punto de vista técnico tomando en consideración las normas técnicas y/o Guías de Buenas Prácticas Ambientales y valorando las opciones vertidas por los miembros que integran el SINEJA. También es un dictamen técnico el emitido por MIAMBIENTE como parte de un proceso de control y seguimiento.

- 17.- Equilibrio Ecológico:** Es la relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del ser humano y demás seres vivos. Este equilibrio ecológico entre las actividades del ser humano y su entorno ambiental, se alcanza cuando la presión (efectos o impactos) ejercida por el primero no supera la capacidad de carga del segundo, de forma tal que esa acción humana logre insertarse de forma armónica con el ecosistema natural, sin que la existencia del uno represente un peligro para la existencia del otro.
- 18.- Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA):** Instrumento técnico de la Evaluación de Impacto Ambiental, elaborado por un equipo multidisciplinario, que tiene como finalidad primordial la realización de un análisis ambiental detallado y profundo de un proyecto, obra o actividad de muy alto impacto o de un mega proyecto considerado Categoría 4. Se incluye como parte del mismo, la descripción del proyecto y sus alternativas valoradas, así como su marco legal, el medio físico, biótico y social en que se pretende desarrollar, los procesos de participación social, el diagnóstico ambiental con la identificación de impactos, la valoración estandarizada de éstos, las medidas ambientales, el análisis de riesgo, el plan de contingencias, el plan de gestión ambiental para todas sus fases, su impacto económico, cuando aplique y la síntesis de los compromisos ambientales.
- 19.- Estudio de Auditoría Ambiental (EAA):** Documento técnico de la Evaluación de Impacto Ambiental de un proyecto en operación, elaborado por un equipo multidisciplinario, que tiene como finalidad primordial la realización de un análisis ambiental detallado y profundo de un proyecto, obra o actividad de muy alto impacto o de un mega proyecto considerado Categoría 4. Es el proceso mediante el cual se realiza una Evaluación Ambiental de las actividades en operación, a fin de diagnosticar los aspectos e impactos ambientales, valorar los impactos identificados y, sobre esta base, establecer las medidas ambientales requeridas para dar cumplimiento al marco jurídico vigente.
- 20.- Evaluación de Impacto Ambiental (EIA):** Es el proceso de análisis que sirve para identificar, predecir y describir los posibles impactos positivos y negativos de un proyecto propuesto, así como proponer las medidas de mitigación para los impactos negativos y un plan de control y seguimiento periódico.
- 21.- Evaluación de Efecto Acumulativo:** Representa un análisis y evaluación sistemático de los cambios ambientales combinados, originados por la suma de los efectos de las acciones humanas, desarrolladas dentro de un área geográfica definida, particularmente en una cuenca hidrográfica.
- 22.- Gestión Ambiental:** Conjunto de operaciones técnicas y actividades gerenciales, que tienen como objetivo asegurar que las actividades humanas operen dentro de las normas legales y técnicas ambientales exigidas.
- 23.- Guía de Buenas Prácticas Ambientales:** Documento técnico que incluye un conjunto de medidas ambientales específicas que deben realizarse para un sector, proyecto, obra o actividad como parte de su ciclo de desarrollo, que se ordena según sectores, subsectores o actividades productivas. Se divide en tres (3) partes que pueden publicarse de forma integrada o separada, como ser: a) De Evaluación de Impacto Ambiental, b) De Buenas Prácticas Ambientales; y, c) para el Control y Certificación Ambiental. Su elaboración, contenido temático, revisión, oficialización y mejora, es ordenada por MIAMBIENTE, según el procedimiento técnico que forma parte del Manual de Evaluación y Control del SINELA.
- 24.- Impacto Ambiental:** Cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocados por acción de los seres humanos o fenómenos naturales en un área de influencia definida.
- 25.- Impacto Ambiental Potencial:** Efecto positivo o negativo latente que puede ocasionar una acción humana sobre el medio físico, biológico y social. Puede ser pre-establecido, de forma aproximativa, en virtud de la consideración de riesgo ambiental o bien de una acción humana similar que ya está en operación.
- 26.- Índice de Fragilidad Ambiental (IFA):** Este índice está basado en capas de información geográfica proporcionadas oficialmente por las instituciones correspondientes, entre ellas: Cobertura vegetal, uso de suelos, zonas de riesgos, zona turística, antropológica, áreas protegidas, hidrológicas, pendientes, entre otras que permiten analizar la fragilidad ambiental de un espacio geográfico dado.

- 27.- Inicio de Ejecución en el Sitio:** Comprende el momento a partir del cual una actividad humana nueva, que ha cumplido con la obtención de una Licencia Ambiental, puede iniciar formalmente su acción humana constructiva u operativa; y en caso de que se trate de una actividad humana en operación pueda continuar con su accionar en el marco del cumplimiento de compromisos ambientales para su sostenibilidad.
- 28.- Licencia Ambiental de Operación:** Es el permiso extendido por MIAMBIENTE por el cual se hace constar que el proponente ha presentado en forma satisfactoria todos los requisitos técnicos y legales mínimos exigidos por la Ley para comenzar el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, la cual queda sin valor y efecto una vez obtenida la Licencia Ambiental de Funcionamiento.
- 29.- Licencia Ambiental de Funcionamiento:** Es el permiso extendido por MIAMBIENTE por el cual se hace constar que el proponente ha cumplido en forma satisfactoria todos los pasos y requisitos exigidos por la Ley para continuar con la ejecución del proyecto obra o actividad.
- 30.- Manual de Evaluación y Control Ambiental:** Documento técnico, emitido por MIAMBIENTE como Ente Rector del SINEIA, que compila y completa el conjunto de guías metodológicas del proceso de evaluación, control y seguimiento ambiental. Puede ser publicado de forma parcial, por tema o bien de forma integral incluyendo todas las fases o partes del proceso de evaluación, control y seguimiento ambiental.
- 31.- Medidas de Prevención:** Son las acciones dirigidas a evitar que ocurra un impacto ambiental negativo, identificado mediante un proceso de evaluación de impacto ambiental. Por lo general, son medidas que implican ajustes al diseño del proyecto, de forma tal que se incorporan como parte de la ejecución del mismo, a fin de que se mantenga dentro de un marco de equilibrio ambiental.
- 32.- Medidas de Mitigación:** Son aquellas estrategias, obras, acciones, que se realizan a fin de atenuar el impacto negativo que tiene una actividad específica de una obra o actividad. No neutralizan el impacto, sino que lo reducen, permitiendo que los efectos estén dentro de las normas ambientales del país.
- 33.- Medidas de Compensación:** Medidas ambientales que se aplican como una forma de compensar un impacto ambiental negativo producido por la ejecución de un proyecto, obra o actividad y que, por su naturaleza no era posible evitar. Estas medidas de compensación pueden aplicarse en la misma área del proyecto o su área de influencia o en otro lugar diferente, siempre que se justifique y se tenga el aval de la autoridad del SINEIA y se encuentre dentro del orden ambiental.
- 34.- Mega proyecto:** Se entiende como mega proyecto el conjunto de actividades que impliquen el desarrollo de obras cuyos impactos directos, de índole ambiental, económico, social y/o cultural sean de gran alcance, ya sea para la comunidad donde se desarrolla como para el país; una característica de los mega proyectos es que se constituyen de componentes cuyas dimensiones son similares a las de acciones humanas que el proceso de EIA tramita de forma individual, pero que dada su magnitud y su correlación son un mega proyecto y no un conjunto de proyectos aislados. Se incluyen como parte de esta categoría, actividades tales como generación hidroeléctrica, explotación minera metálica, explotación petrolera, gas y grandes obras de infraestructura, entre otras. Por su naturaleza los megaproyectos pueden ser separados por MIAMBIENTE como de tipo estratégico (de implicancia a nivel nacional) o no (de implicancia a nivel local o comunitario).
- 35.- Memoria Técnica:** Instrumento técnico de evaluación de impacto ambiental que debe elaborar el Prestador de Servicios Ambientales referente a obras o actividades que no ha iniciado construcción o que han iniciado alguna alteración en el sitio donde se pretende desarrollar un proyecto ubicado en Categoría 1, considerados de bajo impacto ambiental.
- 36.- Memoria Técnica de Auditoría Ambiental:** Instrumento técnico de evaluación de impacto ambiental que debe elaborar el Prestador de Servicios Ambientales referente a obras o actividades en operación ubicados en Categoría 1, considerados de bajo impacto ambiental.
- 37.- Monto de Inversión:** Representa la cantidad total de inversión económica y financiera que debe realizarse para ejecutar el proyecto, obra o actividad. Se establecerá el monto en la moneda nacional de Honduras.

- 38.- Parámetros Técnicos:** Son los valores numéricos establecidos en una norma como parámetros físicos, químicos o biológicos, que definen los límites mínimos y máximos permitidos y que pueden causar daños a la salud o ambiente. Los parámetros serán específicos dependiendo del uso que se le quiera dar al recurso.
- 39.- Plan de Gestión Ambiental:** Instrumento técnico de evaluación de impacto ambiental que debe elaborar el Prestador de Servicios Ambientales que incluye el conjunto de acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar, corregir, rehabilitar los posibles efectos o impactos ambientales referente a un proyecto, obra o actividad que no ha iniciado construcción o que han iniciado alguna alteración en el sitio donde se pretende desarrollar un proyecto ubicado en categoría 3, considerados de alto impacto ambiental.
- 40.- Plan de Mejoramiento Ambiental:** Instrumento técnico de evaluación de impacto ambiental que debe elaborar el Prestador de Servicios Ambientales que incluye el conjunto de acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar, corregir, rehabilitar los posibles efectos o impactos ambientales referente a una obra o actividad en operación ubicados en Categoría 3, considerados de alto impacto ambiental.
- 41.- Prestador de Servicios Ambientales (PSA):** Son los consultores individuales, empresas consultoras y laboratorios de análisis debidamente registrados, acreditados y certificados, que efectúan actividades o trabajos en el campo de la evaluación o control ambiental, que deban ser presentados ante MIAMBIENTE, siendo estos los responsables directos de la Evaluación Ambiental de la Licencia de Operación otorgada por MIAMBIENTE.
- 42.- Proponente:** Es aquella persona natural o jurídica que desarrolla un proyecto, obra o actividad y que solicita a MIAMBIENTE la Licencia Ambiental correspondiente, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Procedimiento Administrativo.
- 43.- Regente Ambiental:** Es la persona natural o jurídica, que se encuentra inscrito en el Registro de Prestadores de Servicios Ambientales, contratado por el Proponente, con el fin de velar por el cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos para la actividad, obra o proyecto, el Código de Buenas Prácticas Ambientales de Honduras y/o las Guías de Buenas Prácticas Ambientales específicas, en aquellos aspectos que le apliquen, y la Legislación vigente. Tiene la obligación de informar oficialmente a la Autoridad Ambiental, los resultados del seguimiento y control conforme a lo establecido en este Reglamento.
- 44.- Resolución:** Es el acto administrativo por medio del cual se concluye un procedimiento de una Solicitud presentada por una persona natural o jurídica ante MIAMBIENTE.
- 45. Resumen de Plan de Gestión Ambiental:** Instrumento técnico de Evaluación de Impacto Ambiental que debe elaborar el Prestador de Servicios Ambientales que incluye el conjunto de acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar, corregir, rehabilitar los posibles efectos o impactos ambientales referente a un proyecto obra o actividad que no ha iniciado construcción o que han iniciado alguna alteración en el sitio donde se pretende desarrollar un proyecto ubicado en Categoría 2, considerados de moderado impacto ambiental.
- 46.- Resumen de Plan de Mejoramiento Ambiental:** Instrumento técnico de Evaluación de Impacto Ambiental que debe elaborar el Prestador de Servicios Ambientales que incluye el conjunto de acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar, corregir, rehabilitar los posibles efectos o impactos ambientales referente a una obra o actividad en operación ubicados en Categoría 2, considerados de moderado impacto ambiental.
- 47.- Seguro Ambiental o Fondo de Garantía:** Monto mediante el cual el Proponente asegurará las actividades de su obra o actividades ante cualquier eventualidad que pueda causar un daño al Ambiente y asegurar el cumplimiento de los términos, requisitos, condiciones, exigencias u obligaciones de la Licencia ambiental.
- 48.- Significancia del Impacto Ambiental:** Consiste en la valoración cualitativa de un impacto ambiental dado, en el contexto de un proceso de armonización de criterios, tales como el marco regulatorio ambiental vigente, la finalidad de uso planeado para el área o factor ambiental en consideración, su condición de fragilidad ambiental, el potencial grado de controversia pública que pudiera darse y

la relación de parámetros ambientales de la acción humana causante del efecto ambiental.

49.- Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SINEIA): Conjunto armónico de elementos institucionales, naturales o jurídicos, normas y regulaciones técnicas y legales que determinen las relaciones entre cada uno de los componentes y aspectos necesarios para realizar el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental de Políticas Económico-Sociales, iniciativas de inversión público o privadas y de actividades económicas establecidas susceptibles de afectar el ambiente.

50.- Tabla de Categorización Ambiental: Es la herramienta oficial de Categorización de los Proyectos, que se encuentra categorizada por Sector, Subsector y Actividad, siendo esta última identificada por un Código basado en numeraciones en el mismo orden (ejemplo, Sector 01, Subsector A, Actividad 001, Código de Actividad 01A001), de acuerdo al impacto ambiental potencial o bien, riesgo ambiental y/o a la introducción de modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, y considerando la magnitud del mismo cada actividad puede contener cuatro (4) Categorías. Cada actividad cuenta además con Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIU). Es en consideración de esta categorización y en cumplimiento del principio de proporcionalidad, que se aplican los diferentes instrumentos de evaluación, control y seguimiento ambiental.

51.- Términos de Referencia: Son los parámetros establecidos por MIAMBIENTE, en los que se establecen todas las especificaciones para la elaboración de los documentos, herramientas o estudios requeridos como ser: Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA), Estudio de Auditoría Ambiental, Memorias Técnicas, Resumen de Plan de Gestión Ambiental, Resumen de Plan de Mejoramiento Ambiental, Planes de Gestión Ambiental y Planes de Mejoramiento Ambiental, los que deberán ser elaborados por la DECA o en su defecto presentados a esta Dirección por un PSA para su aprobación.

52.- Titular: Persona Natural o Jurídica a quien se le ha otorgado una Licencia Ambiental.

53.- Unidad de Gestión Ambiental (UGA): Órgano Técnico que opera dentro de las Secretarías y de otras instituciones del Poder Ejecutivo que cumple funciones de coadyuvancia técnica con MIAMBIENTE en el marco del SINEIA, así otras funciones de gestión ambiental a lo interno de su organización, incluyendo temas en la Evaluación Ambiental Estratégica.

54.- Viabilidad Ambiental: Es el término técnico utilizado por la DECA para aprobar la emisión de una Licencia Ambiental posterior a la evaluación del estudio EIA, elaborado de acuerdo a la Categorización del Proyecto, bajo la implementación de medidas de control ambiental.

CAPITULO III DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

SECCIÓN PRIMERA DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SINEIA

Artículo 6.- El SINEIA, se define como un conjunto de procesos y procedimientos por los cuales se busca dar un desarrollo sustentable al país, buscando un equilibrio entre el desarrollo de proyectos, obras y actividades y el cuidado y preservación del medio ambiente. Sus responsabilidades fundamentales apuntan a la evaluación y control ambiental de las actividades humanas nuevas o en operación capaces de generar efectos adversos en el medio ambiente.

En este mecanismo intervienen un conjunto de entidades públicas y privadas, que en el marco de un esquema de máxima coordinación y simplificación administrativa, trabajan de forma simultánea y recíproca dentro de una estructura jerárquica cuya rectoría es ejercida por la Secretaría de MIAMBIENTE.

Artículo 7.- En el funcionamiento del SINEIA, intervienen las siguientes personas naturales o jurídicas, órganos y entidades:

1. MIAMBIENTE, a través de la DECA y otras Direcciones e instancias con responsabilidades ambientales;
2. El Proponente o titular del proyecto;
3. Prestadores de Servicios Ambientales inscritos en el Registro de Prestadores de Servicios Ambientales que se encuentran en MIAMBIENTE;

4. Las municipalidades en su jurisdicción, a través de su respectiva Unidad Municipal Ambiental; y,
5. Las demás instituciones de la Administración Pública, Centralizadas o Descentralizadas a través de sus Unidades de Gestión Ambiental o en caso de no tenerla, la unidad afín al tema.

Artículo 8.- Los órganos de apoyo al SINEIA, son:

1. Las organizaciones no gubernamentales y el público en general;
2. El Comité Técnico Asesor;
3. Otras entidades especializadas según temática, tales como centros de educación superior, laboratorios e instituciones de investigación y desarrollo de las ciencias ambientales; y,
4. Cualquier otra entidad pública o privada relacionada a la temática según la Ley y Reglamentos.

SECCIÓN SEGUNDA DE LOS ÓRGANOS COADYUVANTES DEL SINEIA

La Dirección General de Evaluación y Control Ambiental (DECA)

Artículo 9.- La DECA es la dependencia de MIAMBIENTE, responsable de coordinar el SINEIA.

Artículo 10.- Las atribuciones de la DECA son las siguientes:

1. Diseñar, proponer y manejar el SINEIA;
2. Coordinar un SINEIA que debe mantenerse actualizado;
3. Emitir informes y Dictámenes Técnicos en materia ambiental, en el marco del Licenciamiento Ambiental, Control y Seguimiento;
4. Coordinar la elaboración, revisión de las normas técnicas, medidas, términos de referencia y diseños; y la revisión de Guías de Buenas Prácticas Ambientales, estudios de conformidad con las regulaciones establecidas en el Reglamento del SINEIA y demás Leyes aplicables;
5. Atender, coordinar el SINEIA, evaluar y dictaminar técnicamente sobre las denuncias que generen un impacto al ambiente a nivel Nacional; y,

6. Las demás que le asigne este Reglamento y los que se deriven del mismo.

OTROS ÓRGANOS INTERNOS DE MIAMBIENTE

Artículo 11.- Cuando fuese necesario, la DECA puede recurrir al apoyo de cualquier otro órgano de MIAMBIENTE, para que colabore en el proceso de licenciamiento y control ambiental, de acuerdo a sus respectivas funciones.

EL PROPONENTE O TITULAR DE LOS PROYECTOS

Artículo 12.- Para los propósitos y efectos de este Reglamento, un proyecto, obra o actividad se considerará como tal desde el momento en que una institución, persona natural o jurídica interesadas, presenten o manifiesten la intención de llevarla a cabo en forma pública.

Artículo 13.- Si un proyecto, obra o actividad es vendido, arrendado, traspasado, heredado o sujeto a cualquier otra transacción o enajenación, los nuevos dueños o su representante legal deben notificar de inmediato a MIAMBIENTE, el cambio de propietario, quien asumirá la responsabilidad derivada del Licenciamiento Ambiental y los compromisos adquiridos por el titular anterior.

Artículo 14.- Sin perjuicio de lo dispuesto en el Artículo anterior se debe tramitar una nueva licencia ambiental de ocurrir cualquiera de los casos siguientes:

1. Si una obra o actividad cierra o cancela totalmente su actividad por un período igual o mayor a tres (3) años;
2. Si una vez obtenida la Licencia Ambiental el proyecto, obra o actividad no se comienza actividades de construcción u operación en un período igual o superior a cinco (5) años. La autoridad MIAMBIENTE/DECA hará una inspección para conocer la situación imperante en el área donde originalmente se otorgó la Licencia Ambiental. De constatarse que se mantiene la situación que imperaba al momento de otorgar la primera Licencia Ambiental sólo se procederá a la renovación de la misma y que será efectiva con sólo el pago de la tasa correspondiente. Si la situación ha cambiado en

forma significativa, se deberá proceder a solicitar una nueva Licencia Ambiental.

Artículo 15.- El Proponente, será garante de llevar a cabo el cumplimiento de las medidas ambientales de la obra o actividad, sin menoscabo que las medidas adicionales sean propuestas por la DECA y en el caso de aplicabilidad por delegación de MIAMBIENTE, las Unidades Municipales Ambientales correspondientes de acuerdo a las inspecciones realizadas por sí mismas o por Prestadores de Servicios Ambientales, debidamente registrados.

LOS PRESTADORES DE SERVICIOS AMBIENTALES

Artículo 16.- Los Prestadores de Servicios Ambientales deberán contar con la preparación profesional necesaria y los medios logísticos para participar en una Evaluación de Impacto Ambiental, un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, Control y Seguimiento Ambiental o cualquier otra herramienta de evaluación o control ambiental que defina MIAMBIENTE.

Estos Prestadores de Servicios Ambientales deberán estar registrados y acreditados ante MIAMBIENTE y debidamente certificados.

Artículo 17.- El Reglamento del Registro Nacional de Prestadores de Servicios Ambientales, regula las categorías, funciones y aplica las sanciones por infracciones cometidas por los mismos.

LAS UNIDADES MUNICIPALES AMBIENTALES

Artículo 18.- Las Unidades Municipales Ambientales (UMA's) creadas en las municipalidades y en las instituciones del Poder Ejecutivo que rectoran recursos naturales o sectores con un fuerte componente ambiental (UGA's), contarán con asistencia técnica de MIAMBIENTE para su organización y colaborarán con esta Secretaría en lo atinente al SINEIA.

Artículo 19.- MIAMBIENTE, mediante convenio o atendiendo un mandato de Ley, podrá delegar algunas de sus funciones dentro del SINEIA, en las Municipalidades o en las demás instituciones del Poder Ejecutivo, a través de sus respectivas Unidades Ambientales que tengan un buen nivel de organización y funcionamiento. Entre las funciones posibles a facultar están:

revisión de documentos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), control y seguimiento ambiental y comprobación de denuncias.

SECCIÓN TERCERA APOYOS DEL SINEIA Del Público y las ONG

Artículo 20.- Para efecto del presente Reglamento se entiende por público cualquier persona natural o jurídica con existencia legal en el país, considerándose como integrantes de la sociedad civil, pudiendo ser ésta organizada o no. Por ONG se entiende cualquier organización legalmente reconocida por el Estado como fundación, asociación sin fines de lucro u organización privada de desarrollo.

La información sobre el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para cualquier proyecto es pública. Toda persona natural o jurídica puede solicitar la información sobre los proyectos, siempre que no contravenga lo establecido en los Artículos 16, 17, 18 y 19 de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y su Reglamento; Acuerdo Ministerial No. 725-2008, publicado en el Diario Oficial LA GACETA el 8 de mayo del año 2009 y la Ley Sobre Secretividad de Datos y Procesos y Confidencialidad de Datos Personales y de Información Entregada por Particulares al Estado bajo Reserva.

EL COMITÉ TÉCNICO ASESOR

Artículo 21.- La DECA solicitará al Secretario de MIAMBIENTE, la convocatoria del Comité Técnico Asesor como un órgano de consulta en aquellos casos conflictivos y que por su magnitud afecten el interés nacional y que ameriten una amplia consulta y participación.

Artículo 22.- Cuando el Comité Técnico Asesor actúe como instancia de consulta en asuntos relacionados con la evaluación y control ambiental, el Secretario de este Comité será el Director General de la DECA.

Artículo 23.- Los miembros del Comité serán escogidos de una lista de nombres proporcionada por los colegios y asociaciones profesionales de Honduras y las universidades, tomando en cuenta las especialidades que se necesiten para cada proyecto. Este Comité servirá como órgano de consulta en la revisión de los

Términos de Referencia y los documentos del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA).

No pueden ser miembros de un Comité aquellas personas que son accionistas, empleados de la firma consultora o del proyecto que elaboró el documento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Tampoco puede serlo aquellas personas que se encuentren contemplados dentro del cuarto grado de consanguinidad o segundo de afinidad con los miembros de la firma consultora o de los accionistas del proyecto o que hayan cometido un delito ambiental.

**CAPITULO IV
PROCEDIMIENTO OPERATIVO PARA EL
OTORGAMIENTO DE LA LICENCIA AMBIENTAL
DE PROYECTOS, OBRAS O ACTIVIDADES NUEVAS**

**SECCIÓN PRIMERA
PASOS PARA LA OBTENCIÓN DE UNA
LICENCIA AMBIENTAL**

**DE LOS PASOS PARA LA OBTENCIÓN DE UNA
LICENCIA AMBIENTAL**

Artículo 24.- Todo proyecto, obra o actividad pública o privada, debe contar con una licencia ambiental antes de iniciar su operación y/o funcionamiento. Los pasos a seguir en términos generales, para la obtención de esta Licencia son los siguientes:

**PASOS A DESARROLLAR EN EL PROCESO DE
LICENCIAMIENTO AMBIENTAL**

1. El proponente y/o Prestador de Servicios Ambientales puede(n) tener acceso a la Plataforma de Consulta y Pre-Dictamen Técnico a través de la página Web de consulta para Licenciamiento Ambiental de MIAMBIENTE, donde se ingresará información general de la empresa, Proponente y del proyecto, y a partir de ésta información, el sistema categorizará, determinará la previabilidad ambiental y definirá los requisitos técnicos y legales de acuerdo a la Categoría, los cuales son responsabilidad del Proponente y/o Prestador de Servicios Ambientales;
2. En el caso de que el sistema no proporcione previabilidad y envíe al usuario a consulta, este debe remitirse al Equipo Consultivo Técnico y a la Unidad de Servicios Legales de MIAMBIENTE, para definir el trámite correspondiente a

seguir tal y como se establece en el Manual de Evaluación y Control Ambiental;

3. En el caso de que el sistema proporcione previabilidad y el Proponente decida continuar con el proceso de Licenciamiento Ambiental, debe ingresar en la Plataforma de Consulta y acceder a las carpetas de información para cada uno de los requisitos solicitados; así mismo debe presentar en Ventanilla Única ante un representante de Secretaría General para el Licenciamiento Ambiental adjuntando dos (2) copias de documentos impresos de los requisitos antes descritos. Los documentos técnicos serán revisados por un representante de la DECA y la información legal, será revisada por un representante de la Unidad de Servicios Legales. Para proyectos Categoría 4, debe presentar cinco copias del Informe o documento técnico elaborado por el PSA;
4. Si la documentación presentada se da por aceptada en Ventanilla Única de Licenciamiento Ambiental, se firmará un Contrato de Cumplimiento de Medidas de Control Ambiental, seguidamente se procederá a la emisión y firma de la Licencia Ambiental Operativa;
5. Ventanilla Única de Licenciamiento Ambiental, procederá a remitir el expediente a la DECA a fin de efectuar inspección de control y seguimiento al proyecto autorizado;
6. De la inspección de control y seguimiento, la DECA emitirá Informe y Dictamen Técnico donde se establecerá el otorgamiento o no de la Licencia Ambiental de Funcionamiento;
7. Del Informe y Dictamen Técnico emitido por DECA de la inspección de control y seguimiento, la Unidad de Servicios Legales de MIAMBIENTE elaborará el Dictamen Legal pronunciándose sobre el otorgamiento o no de la Licencia Ambiental de Funcionamiento y sanciones cuando correspondan; y,
8. La Secretaría General de MIAMBIENTE realizará la emisión de Resolución incluyendo las medidas de Control Ambiental actualizadas y la emisión de Licencia Ambiental de Funcionamiento.

DE LA PUBLICACIÓN DEL PROCESO

Artículo 25.- En los casos de los proyectos, obras o actividades de todas las Categorías, el Proponente debe presentar la solicitud de Licencia Ambiental junto con la publicación del aviso de ingreso en un octavo de página de un diario de mayor circulación a nivel nacional, dentro de los cinco (05) días hábiles posteriores a su publicación.

En el caso de que los proyectos, obras o actividades que se ubiquen en terrenos titulados a favor de los pueblos indígenas y comunidades locales deberán ser debidamente socializados en dichas comunidades.

Artículo 26.- En el caso de los proyectos Categoría 4, además de la publicación del Aviso de Ingreso de solicitud de Licencia Ambiental, se hará otra publicación cuando se inicie por parte de los consultores contratados para la elaboración del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) en un octavo de página en un diario de mayor circulación a nivel nacional y otro de cobertura local (de existir), además, lo hará en una emisora de radio de difusión a nivel nacional y una emisora de radio de cobertura local en el lugar o departamento donde se pretende desarrollar el proyecto, en las horas de mayor audiencia por lo menos tres (3) veces en el día, durante un día, en espacios radiales de hasta un minuto y no menos de 15 segundos.

Adicionalmente se colocará un rótulo en la zona donde se desarrollará el proyecto donde se indicará el nombre del proyecto, obra o actividad, su ubicación, el teléfono y la dirección del Proponente, donde el público puede obtener más información.

Artículo 27.- A petición del Proponente algunos procesos, tecnologías y metodologías, incluidos como parte de los documentos de evaluación ambiental entregados a MIAMBIENTE se podrán considerar confidenciales.

Artículo 28.- En los casos de los proyectos, obras o actividades de la Categoría 4, el Proponente publicará, adicionalmente, la finalización de los resultados del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) por una (1) sola vez, en un (1) octavo de página, a través de un diario de mayor circulación a nivel local (de existir) y otro de cobertura nacional, una emisora de radio de difusión a nivel nacional y una emisora de radio de cobertura local en el lugar o departamento en las horas de mayor audiencia por lo menos tres (3) veces en el día por cinco (5) días, en espacios radiales de hasta un minuto y no menos de 15 segundos. Se especificará en estos avisos, la forma como el público puede obtener los resultados detallados del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA). Además, se deberá poner a disposición del público una copia impresa del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA), durante un periodo de treinta (30) días hábiles, preferentemente en la Unidad Municipal Ambiental del Municipio donde se llevará a cabo el proyecto o

en la biblioteca pública del municipio donde se llevará a cabo el mismo.

SECCIÓN SEGUNDA DE LA CATEGORIZACIÓN DE PROYECTOS, OBRAS O ACTIVIDADES

DE LA CATEGORIZACIÓN DE LOS PROYECTOS, OBRAS O ACTIVIDADES

Artículo 29.- Los proyectos, obras o actividades se ordenan de forma taxativa en una Tabla de Categorización Ambiental que toma como referencia el Estándar Internacional del Sistema CIU, Código Internacional Industrial Uniforme de todas las actividades productivas. Con ello, se mantiene un sistema estandarizado que facilita la información a los usuarios del sistema, los orienta sobre los procedimientos de evaluación ambiental a seguir, permite una mejor coordinación con otras autoridades del Estado y hace posible un mejor y más efectivo control estadístico de los procesos de gestión. Esta Tabla de Categorización Ambiental es emitida por MIAMBIENTE por medio de un Acuerdo Ministerial a publicarse en el Diario Oficial La Gaceta.

Para el caso de los proyectos, obras o actividades que no aparezcan en la Tabla de Categorización, MIAMBIENTE podrá decidir la Categoría a la cual debe pertenecer a través de la DECA (basado en criterio técnico y la magnitud del impacto), previa consulta formal por parte del interesado. En este caso se debe presentar una solicitud por escrito a MIAMBIENTE, describiendo el proyecto, obra o actividad que se pretende desarrollar.

Artículo 30.- Los proyectos, obras o actividades se categorizan en cuatro (4) diferentes Categorías 1, 2, 3 y 4 tomando en cuenta la magnitud o tamaño de los mismos, y los factores o condiciones que resultan pertinentes en función de sus características, naturaleza, impactos ambientales potenciales o riesgo ambiental.

La Categoría 1: Corresponde a proyectos, obras o actividades consideradas de bajo impacto ambiental potencial o riesgo ambiental.

La Categoría 2: Corresponde a proyectos, obras o actividades consideradas de moderado impacto ambiental, potencial o riesgo ambiental.

La Categoría 3: Corresponde a proyectos, obras o actividades consideradas de alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental.

La Categoría 4: Corresponde a proyectos, obras o actividades consideradas de muy alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental. Los megaproyectos de desarrollo se consideran como parte de esta categoría.

Todos aquellos proyectos, obras o actividades que por su naturaleza, estén por debajo de los de Categoría 1, se califican como de muy bajo impacto ambiental o de riesgo ambiental muy bajo. Como tales, no estarán sujetos a cumplir trámites de Licencia Ambiental, sin embargo a petición de parte interesada extenderá la Constancia de No Requerir Licencia Ambiental correspondiente. De encontrarse los proyectos en un área ambientalmente frágil implica un ascenso automático a la categoría inmediata superior, debiendo aplicar, por tanto, los procedimientos de evaluación ambiental que señala la reglamentación vigente.

SECCIÓN TERCERA TRÁMITE DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

DEL TRÁMITE DE LICENCIAMIENTO AMBIENTAL PROYECTOS CATEGORÍAS 1, 2, 3 y 4

Artículo 31.- Los proyectos, obras o actividades, clasificados como de Categorías 1, 2, 3 y 4 en la Tabla de Categorización, cumplirán los pasos establecidos en el **Artículo 24** del presente Reglamento.

Artículo 32.- El Proponente es el único responsable por el tiempo requerido y por los costos que involucra el llevar a cabo a satisfacción el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Artículo 33.- MIAMBIENTE solicitará al proponente del proyecto, obra o actividad, previo a expedición de la Licencia Ambiental, una garantía económica de cumplimiento de medidas de control ambiental establecidas en la Resolución, tal y como lo establece el Marco Jurídico Ambiental vigente.

DE LA ELABORACIÓN DE ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EsEIA)

Artículo 34.- El Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) es un documento técnico que permite identificar y

predecir, con mayor profundidad de análisis, los efectos sobre el ambiente que ejercerá una acción humana que se ha considerado como de alto impacto ambiental potencial en la Tabla de Categorización Ambiental, Categoría 4.

Artículo 35.- Los Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) deberán cumplir con lo estipulado en los Términos de Referencia, establecidos por MIAMBIENTE.

Artículo 36.- La elaboración del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) y en particular la identificación de áreas ambientalmente frágiles dentro del área del proyecto y de influencia, así como los resultados mismos del proceso de interacción con las comunidades cercanas al área de la actividad, obra o proyecto objeto del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA), el Prestador de Servicios Ambientales debe realizar ajustes al diseño. A fin de lograr su mejor y más efectiva inserción en el ambiente, dentro de un marco de equilibrio ecológico. Todos estos ajustes debe ser registrados y resumidos en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) en el análisis de las alternativas de selección de sitio y diseño.

Artículo 37.- Como parte de la elaboración del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) el equipo consultor responsable debe utilizar como mínimo una valoración de los impactos ambientales según un procedimiento estandarizado y establecido por MIAMBIENTE en el Manual de Evaluación y Control Ambiental. Esto, a fin de disponer de un marco estandarizado para reconocer la dimensión y condiciones de los impactos ambientales, incluyendo los impactos acumulativos, a fin de disponer de un patrón armonizado y estandarizado que facilite la revisión de los estudios y su comparación.

Artículo 38.- Como parte del proceso de revisión del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) la DECA podrá solicitar el apoyo de las Unidades Ambientales Sectoriales o Municipales que estén operando y formalmente establecidas, siempre y cuando dicha participación se incorpore como parte de los procedimientos establecidos y dentro de los plazos señalados.

Artículo 39.- Todos los documentos de evaluación ambiental para los cuales se requiere la participación de profesionales Prestadores de Servicios Ambientales, incluyendo los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA), deberán tener el nombre, la firma y Declaración Jurada de los especialistas que

participaron en la elaboración del documento. Los Prestadores de Servicios Ambientales que participen en la elaboración de documentos de evaluación ambiental lo harán bajo la Cláusula de Responsabilidad Ambiental que se establece en el Reglamento de Prestadores de Servicios Ambientales y serán responsables de la información que aporten.

Artículo 40.- El Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA), al igual que los documentos de evaluación ambiental que se elaboren, deberán contener la información necesaria, que será presentada en el idioma oficial del Estado de Honduras.

En todos los documentos de evaluación ambiental se deberá citar debidamente toda fuente de información consultada, haciendo al final una lista completa de referencias.

DE LA REVISIÓN DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EsEIA)

Artículo 41.- Después de entregado el documento de Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA), el Proponente notificará la finalización del estudio en los mismos términos y canales de información respetando la confidencialidad a que se hace referencia en el **Artículo 27** del presente Reglamento.

Artículo 42.- Se presentarán cinco (5) copias del EsEIA, empastado con cubierta dura y un archivo electrónico contenido en un CD. También se acompañarán todos los mapas, levantamientos topográficos, diagramas, figuras, cuadros y anexos que fueron necesarios para la elaboración del EsEIA.

Artículo 43.- El Proponente debe depositar una copia del documento del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) en los lugares establecidos por la DECA, de manera oficial para la consulta pública. Cualquier persona, natural o jurídica, podrá dar a conocer sus consideraciones en relación al documento de Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA), ya sea que se considere que no se hayan previsto impactos importantes, no se hayan propuestos las medidas de mitigación adecuadas o tenga sus dudas, quejas u otras objeciones.

Artículo 44.- Cualquier persona, natural o jurídica, que considere que el documento de Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) no haya previsto impactos importantes y/o no haya propuesto las medidas de mitigación adecuadas, podrá solicitar a MIAMBIENTE que se hagan las enmiendas necesarias.

Es a criterio de MIAMBIENTE la inclusión o no de las medidas que se propongan, de conformidad con el procedimiento que sobre el tema se incluirá en el Manual de Evaluación y Control Ambiental de MIAMBIENTE.

Artículo 45.- El Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) será revisado y aceptado por la DECA y ésta es la responsable de aplicar un procedimiento de revisión del EsEIA, en conjunto con los miembros del SINEIA aplicando un procedimiento estandarizado que forma parte del Manual de Evaluación y Control Ambiental del SINEIA.

DEL OTORGAMIENTO DE LA LICENCIA AMBIENTAL

Artículo 46.- En el caso de los proyectos, obras o actividades que presenten la solicitud de Licencia Ambiental acompañada de los requisitos correspondientes, y posterior a la verificación de la documentación presentada y la firma del Contrato de Cumplimiento de Medidas de Control Ambiental, MIAMBIENTE otorgará la Licencia Ambiental de Operación al Proponente, la cual tendrá una vigencia hasta que se emita la Licencia Ambiental de Funcionamiento. Dentro de un periodo no mayor a cuatro (4) meses, se debe presentar ante MIAMBIENTE todos los requisitos técnicos y legales establecidos por MIAMBIENTE, caso contrario se procederá a cancelar la Licencia Ambiental de Operación. Durante este mismo periodo (4 meses posteriores a la emisión de la Licencia Ambiental de Operación), se realizará una visita de Control y Seguimiento de la cual se generará un Informe y Dictamen Técnico en el que se establecerá la viabilidad ambiental (aprobación de Licencia Ambiental de Funcionamiento), ampliación de tiempo de entrega de documentos debidamente justificado (caso fortuito o fuerza mayor), sanciones o cancelación de la Licencia Ambiental de Operación.

Artículo 47.- La Licencia Ambiental de Funcionamiento emitida por MIAMBIENTE tiene una vigencia de cinco (5) años, contados a partir de la fecha de emisión de la Resolución emitida por la Secretaria General de MIAMBIENTE.

Artículo 48.- El Titular del proyecto, obra o actividad debe solicitar la Renovación de la Licencia Ambiental de Funcionamiento, con cuatro (4) meses de anticipación a su vencimiento, ante la autoridad que originalmente emitió la misma. De no solicitar la renovación en el tiempo correspondiente, incurrirá en una sanción administrativa.

**SECCIÓN CUARTA
SOLICITUDES ESPECIALES DE
LICENCIAMIENTO AMBIENTAL**

Artículo 49. Podrán someterse a un solo proceso de Licenciamiento Ambiental, aquellos proyectos sujetos a evaluación de impacto ambiental con diversas Categorías según la Tabla de Categorización, siempre que además cumplan con los siguientes requisitos:

1. Ser la misma actividad.
2. Ser del mismo Proponente.
3. Estar ubicado en un solo municipio.
4. El área total de los proyectos no debe abarcar un área mayor a diez (10) kilómetros cuadrados.

Para determinar el trámite a realizar, se tomará como base el proyecto cuya Categoría sea mayor según la Tabla de Categorización. La información a incluir y los análisis realizados deben cubrir todos los sitios del proyecto a licenciar.

**CAPÍTULO V
PROCEDIMIENTO PARA EL OTORGAMIENTO DE
LA LICENCIA AMBIENTAL DE OBRAS Y
ACTIVIDADES EN OPERACIÓN**

**SECCIÓN PRIMERA
MODIFICACIONES DE OBRAS O ACTIVIDADES EN
OPERACIÓN**

Artículo 50.- En el caso de que el titular desee modificar o ampliar una obra o actividad en operación, debe presentar una solicitud de ampliación o modificación a la Secretaría General de MIAMBIENTE, en base a la Tabla de Categorización vigente y adjuntando todos los requisitos establecidos aplicables a su categoría.

Artículo 51.- Se aceptarán como modificaciones las ampliaciones inmediatas al área de impacto del proyecto. Para una ampliación donde el criterio de Categorización establecido para la Categoría original exceda la misma, se deberá presentar una nueva solicitud de Licencia Ambiental y seguir los procedimientos y requisitos establecidos.

**CAPÍTULO VI
PROCEDIMIENTO OPERATIVO PARA EL CONTROL
Y SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES CON LICENCIA
AMBIENTAL**

**SECCIÓN PRIMERA
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

Artículo 52.- El regente ambiental de la obra o actividad con Licencia Ambiental tiene la responsabilidad de velar por cumplir con las medidas ambientales establecidas como parte del proceso de evaluación y control ambiental, y así evitar que sus diferentes acciones produzcan daños al ambiente.

Artículo 53.- Las acciones internas de la empresa o proyecto para el control y seguimiento de las medidas ambientales establecidas por MIAMBIENTE, las deberá llevar a cabo directamente el Proponente, una firma consultora o Prestador de Servicios Ambientales contratado por éste.

Artículo 54.- Si durante el proceso de control y seguimiento se detectaran impactos (nuevos o potenciales) no considerados durante el proceso de evaluación del impacto ambiental, la DECA debe realizar la actualización de medidas de control ambiental correctivas y preventivas, a fin de evitar impactos al ambiente de mayor magnitud. El Titular del proyecto deberá proceder a implementar las nuevas medidas de control ambiental en el tiempo y espacio físico definido.

**SECCIÓN SEGUNDA
INCENTIVOS AMBIENTALES**

Artículo 55.- MIAMBIENTE, en coordinación con las otras autoridades del SINEIA, establecerán reconocimientos o galardones pertinentes como forma de incentivar el desarrollo sustentable en el país, su crecimiento económico y mejora de la calidad de vida de la población, para acciones humanas que:

1. Se certifiquen internacionalmente en relación con los aspectos ambientales de su actuación o desempeño;
2. Utilicen técnicas, prácticas o métodos de producción innovadores que sean amigables al ambiente o de tecnologías de producción más limpia debidamente certificadas;
3. Sus procesos productivos o actividades de que se trate, los desarrollen en concordancia con lo establecido para la protección y mejoramiento del medio ambiente;

4. Desarrollen sus procesos y actividades de producción conforme a estándares de protección del medio ambiente internacionalmente reconocidos, además del cumplimiento con las disposiciones nacionales para el efecto; y,
5. Cumplimiento del Contrato de Medidas de Control Ambiental de al menos tres (3) controles in situ consecutivos.

Artículo 56.- Como resultado del proceso de control y seguimiento ambiental a las obras o actividades en construcción u operación que realice la autoridad del SINEIA por medio de inspecciones o auditorías ambientales, verificará el cumplimiento de la Legislación Ambiental vigente.

CAPÍTULO VII ELEMENTOS DEL PROCESO DE EVALUACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL

SECCIÓN PRIMERA PRESTADORES DE SERVICIOS AMBIENTALES

Artículo 57.- Los profesionales habilitados según la Legislación vigente y que deseen desempeñar funciones como Prestadores de Servicios Ambientales en evaluación y control ambiental deben estar debidamente registrados ante MIAMBIENTE. Lo concerniente a este registro y sus formas de funcionamiento se detallan en el Reglamento de Prestadores de Servicios Ambientales emitido por dicha Secretaría de Estado.

SECCIÓN TERCERA PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Artículo 58.- MIAMBIENTE propiciará la participación pública de la sociedad civil, durante el proceso de evaluación ambiental en todas sus fases de aquellos proyectos, obras o actividades consideradas como significativas desde el punto de vista ambiental, según la aplicación de los Principios de Proporcionalidad y Gradualidad.

Artículo 59.- El Proponente del proyecto, obra o actividad sujeta a evaluación ambiental, conforme a los términos de referencia establecidos por MIAMBIENTE, debe involucrar a la población vecina del área del proyecto en la etapa más temprana posible del proceso de elaboración del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA).

Asimismo, el Proponente y su Consultor o Equipo Consultor Ambiental, deben consignar todas las actividades realizadas para involucrar y/o consultar a la población durante la elaboración del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EsEIA) y además, proponer los mecanismos de comunicación, solución de conflictos y consulta que deben desarrollarse durante la etapa de revisión del documento.

Artículo 60.- En consideración a la condición y significancia ambiental del proyecto, obra o actividad en revisión y tomando en cuenta las observaciones y solicitudes realizadas por otras autoridades, representantes de sectores sociales o de la sociedad civil, la Secretaría de Estado en los Despachos de MIAMBIENTE, tendrá la potestad de ordenar la ejecución de una audiencia o foro público para la discusión abierta del proyecto, obra o actividad en cuestión y de su instrumento de evaluación ambiental en revisión.

Los costos de esa audiencia o foro público deberán ser sufragados por el proponente, y su plazo de ejecución no deberá ser superior a cuarenta (40) días hábiles administrativos a partir de la notificación que le realice MIAMBIENTE. Los procedimientos e instrumentos que se aplicarán para la ejecución de las audiencias o foros serán establecidos por esta Secretaría de Estado dentro de su Manual de Evaluación y Control Ambiental. Los resultados de la audiencia o foro público, deberán ser registrados y tomados en cuenta en la decisión final por parte de MIAMBIENTE.

Artículo 61.- MIAMBIENTE dispondrá de un sistema de información sobre la evaluación ambiental, que permita a los interesados obtener datos sobre los expedientes tramitados y en trámite, así como de los datos ambientales más relevantes, incluyendo todo lo relacionado con la participación pública o de la sociedad civil realizada según los términos de su aplicación de acuerdo a lo establecido en este Reglamento. Se utilizarán los recursos técnicos e informáticos disponibles para facilitar el máximo y mejor acceso al sistema y a la información.

SECCIÓN CUARTA DESARROLLO DE SISTEMAS DE VENTANILLAS ÚNICAS

Artículo 62.- Para desarrollar un procedimiento que armonice el trámite de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), la Secretaría de Estado en los Despachos de MIAMBIENTE, en el marco del

SINEIA, establecerá mecanismos de coordinación con las autoridades del SINEIA a quienes la Ley otorga competencia para adjudicar permisos o autorizaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales o de otros trámites o para actividades vinculadas al quehacer ambiental.

Esta coordinación procurará que los estudios técnicos para otorgamiento de la concesión, autorización o permisos respectivos y el ciclo del proyecto, obra o actividad en cuestión, sigan criterios lógicos y técnicos para desarrollar un sistema de trámite eficiente, ágil y efectivo, que considere como base de su gestión el mecanismo de Ventanilla Única.

CAPÍTULO VIII OTROS INSTRUMENTOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

SECCIÓN PRIMERA EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA

Artículo 63.- La Evaluación Ambiental Estratégica consiste en un proceso de evaluación ambiental aplicada a decisiones estratégicas, políticas, planes y programas de desarrollo sectorial, suprasectorial y de ordenamiento territorial, así como de megaproyectos calificados como estratégicos para el país por MIAMBIENTE.

Incluye la preparación de un informe escrito sobre los hallazgos de la evaluación para efectos de su uso en la toma de decisiones y como mecanismos para sistematizar y agilizar la Resolución y la Autorización Ambiental de los proyectos que lo conforman.

Artículo 64.- El procedimiento de elaboración de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) se llevará a cabo dentro de un marco de transparencia, participación e información. Los pasos principales de realización de una EAE incluirán:

1. Contexto de la realización de la EAE, definición de objetivos y alcance;
2. Identificación del vínculo con planes y programas relacionados. Análisis de Consistencia;
3. Reconocimiento de alternativas, evaluación y comparación, incluyendo la no ejecución del objeto de la propuesta objeto de la evaluación;
4. Alcance ambiental del objeto de la evaluación;

5. Definición de acciones ambientales estratégicas a implementar e indicadores de seguimientos;
6. Reporte final; y,
7. Participación e información como elemento transversal.

Los lineamientos sobre el procedimiento de elaboración y revisión de las EAE se establecen en el Manual de Evaluación y Control Ambiental.

Artículo 65.- Los planes y programas de ordenamiento territorial, en sus diferentes escalas, que se desarrollen integrarán la variable ambiental como forma de garantizar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, según una serie de lineamientos metodológicos que definirá MIAMBIENTE según un procedimiento técnico que se establecerá en el Manual de Evaluación y Control Ambiental.

SECCIÓN SEGUNDA ATENCIÓN DE EVENTOS CATASTRÓFICOS

Artículo 66.- Las acciones ejecutadas durante un estado de emergencia, así como aquellas desarrolladas después de finalizado oficialmente el mismo y durante los sesenta (60) días siguientes, no requerirá de evaluación ambiental de ningún tipo, siempre que estén vinculadas de forma directa con la prevención, mitigación y minimización de los efectos negativos del evento catastrófico o desastre natural. Sin menoscabo de que MIAMBIENTE emita recomendaciones ambientales pertinentes al evento.

Artículo 67.- De acuerdo a su incidencia, los eventos catastróficos serán atendidos a nivel nacional, regional o local. A tales efectos, la autoridad competente emitirá el acto administrativo que corresponda, declarando el estado de emergencia o de calamidad pública.

Artículo 68.- Como parte de las gestiones preventivas a desarrollar por MIAMBIENTE ante las autoridades nacionales o locales de prevención y atención de desastres naturales, se promoverán y divulgarán guías de buenas prácticas ambientales a aplicar durante condiciones de emergencia, de forma tal que el personal técnico y operativo que labora durante las mismas pueda, con la debida capacitación previa, orientar sus acciones dentro de una línea de prevención, minimización y mitigación de riesgos e impactos ambientales, siempre que le sea posible.

Artículo 69.- Todas las obras o actividades que se acogieran a este procedimiento de excepción debe ser inscritas ante MIAMBIENTE en un plazo no mayor a un (1) mes de ocurrido el mismo, a fin de contar con un registro histórico de las mismas. El documento de inscripción y registro comprenderá una descripción sucinta de la obra o actividad, la entidad responsable de su desarrollo y la localización de la misma.

Atendiendo a las características específicas de la actividad MIAMBIENTE podrá solicitar medidas de mitigación y compromisos ambientales que deban aplicarse durante la construcción o en su defecto, después de finalizada la declaratoria de emergencia.

SECCIÓN TERCERA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS REGIONALES CENTROAMERICANOS

Artículo 70.- Sin detrimento de la Soberanía, calidad y eficiencia del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que opera en el país, MIAMBIENTE en concordancia con los lineamientos establecidos en los Acuerdos Regionales formalizados en el ámbito del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), podrá desarrollar, junto con las otras autoridades oficiales de Evaluación de Impacto Ambiental de los otros países del SICA, instrumentos armonizados de Evaluación y Control Ambiental de aquellas actividades, obras o proyectos categorizados como de tipo transnacional y de índole Regional Centroamericana.

Artículo 71.- El procedimiento señalado en el Artículo anterior, debe contar como mínimo, con la serie de instrumentos y pasos señalados en el proceso que se utiliza en el país y que define el presente Reglamento. No obstante, dado su carácter regional y de la necesidad de que el mismo sea analizado de forma integral, MIAMBIENTE podrá, en coordinación con las otras Autoridades Regionales de EIA, llevar a cabo un proceso de análisis y de aprobación también mancomunado y coordinado, entendiéndose que su participación se dará dentro del marco de su Autoridad de EIA nacional y que no implicará intervención en decisiones que competen a otras autoridades nacionales de la Región Centroamericana.

Como parte de este proceso se considera como base los instrumentos técnicos de índole voluntaria y que por acuerdo político se hayan establecido a nivel regional y siempre y cuando los mismos no contradigan lo establecido en la Legislación de

cada país. En los casos que aplique se dará especial atención a los impactos transfronterizos dentro del procedimiento regional señalado en esta sección.

CAPÍTULO IX DISPOSICIONES FINALES

SECCIÓN PRIMERA DE LAS NORMAS TÉCNICAS Y GUÍAS DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Artículo 72.- MIAMBIENTE solicitará la participación y coordinará las actividades con las Oficinas Estatales correspondientes para la elaboración, revisión y actualización de las Normas Técnicas existentes que deben seguirse en materia ambiental. De igual manera se coordinará, promoverá la elaboración y publicación de Guías de Buenas Prácticas Ambientales las que pueden ser de actividades productivas específicas, genéricas, de subsectores o sectores productivos. Para ello se podrá tomar en cuenta la división temática que tiene la Tabla de Categorización Ambiental vigente.

El procedimiento de oficialización de dichas Guías se especifica en el Manual de Evaluación y Control Ambiental.

Artículo 73.- Las Normas Técnicas y las Guías de Buenas Prácticas Ambientales disponibles servirán como uno de los parámetros de referencia al momento de evaluar los impactos sobre el medio de un proyecto, obra o actividad en particular. El compromiso del Proponente y Prestador de Servicios Ambientales es cumplir con determinadas Normas Técnicas o Guías de Buenas Prácticas Ambientales integradas como parte del proceso de evaluación ambiental.

Artículo 74.- Las Normas Técnicas y las Guías de Buenas Prácticas Ambientales servirán adicionalmente como una de las referencias para la evaluación de las actividades de un proyecto, obra o actividad en la etapa de Control y Seguimiento.

SECCIÓN SEGUNDA DE LAS FALTAS

Artículo 75.- Se consideran como Faltas Ambientales, las siguientes:

1. Iniciar un proyecto sin contar con la Licencia Ambiental correspondiente;

2. No cumplir con el Contrato de Medidas de Control Ambiental;
3. Alterar, falsificar, modificar, cambiar, omitir, ocultar o perder datos, hechos, cifras, números, análisis, resultados, informes y cualquier información oral y/o escrita, que permita una evaluación ambiental incorrecta sobre un proyecto; y,
4. No solicitar la renovación de la Licencia Ambiental en el plazo establecido, previo a su vencimiento.

MIAMBIENTE deducirá la responsabilidad correspondiente en tales casos, con base en disposiciones aplicables en la Ley General del Ambiente, sus Reglamentos y otras leyes aplicables vigentes.

SECCIÓN TERCERA DE LOS COSTOS

Artículo 76.- El pago de tarifa por concepto del trámite de Licenciamiento Ambiental debe realizarse previo a la emisión de la Licencia Ambiental de Operación mediante acreditación del Recibo de pago T.G.R1.

El pago de tarifa por concepto de renovación de la Licencia Ambiental, será calculado en base al monto de inversión actualizado a la fecha de la presentación de la solicitud de la renovación de la Licencia Ambiental.

Los costos de la realización de inspecciones al rito del proyecto, obras o actividades, correrá a cuenta del proponente y su cancelación se realizará a través de la cuenta bancaria disponible en MIAMBIENTE para estos fines.

Artículo 77.- Los gastos en la participación de los funcionarios de la DECA en la consulta al público, cuando ésta sea necesaria, serán sufragados por el proponente y su cancelación se realizará a través de la cuenta bancaria disponible en MIAMBIENTE para estos fines.

SECCIÓN CUARTA GOBIERNO DIGITAL

Artículo 78.- Como parte del proceso de modernización y fortalecimiento del sistema de evaluación y control ambiental, MIAMBIENTE promoverá e implementará la transformación del trámite de Solicitudes de Licencia Ambiental hacia una Plataforma de Consulta y Pre-Dictamen Técnico. Para cumplir con este fin, se desarrollarán instrumentos y procedimientos técnicos de evaluación y control ambiental, los que darán paso a un sistema digital con el propósito de agilizar, modernizar y transparentar el proceso.

Los Proponentes que requieran continuar el Licenciamiento Ambiental ya iniciado bajo el proceso anterior, pueden seguir el mismo trámite siempre y cuando cumplan con los requisitos técnicos y legales ya establecidos por MIAMBIENTE; o podrán desistirse de la solicitud de Licencia Ambiental, presentada mediante el proceso anterior y realizar una nueva solicitud mediante el proceso de Licenciamiento Ambiental Simplificado.

Artículo 79.- MIAMBIENTE solicitará a las diferentes Instituciones involucradas en el proceso de Licenciamiento Ambiental, la Certificación y Actualización de manera oficial de cada una de las Capas Proporcionadas a la Plataforma de Consulta y Pre-Dictamen Técnico.

CAPÍTULO X ARTÍCULOS TRANSITORIOS Y FINALES

Artículo 80.- La DECA de MIAMBIENTE, emitirá la actualización del Manual de Evaluación y Control Ambiental, en un plazo no mayor a seis (6) meses posteriores a la publicación del presente Reglamento del SINEIA.

Artículo 81.- MIAMBIENTE, establece un término de tiempo transitorio de dieciocho (18) meses a partir de la publicación del presente Reglamento, para los proyectos que están utilizando herramientas de EIA y la Tabla de Categorización anterior, en los casos que sea solicitado por el interesado.

Artículo 82.- Se deroga el Reglamento del SINEIA Acuerdo No. 189-2009, publicado en La Gaceta del 31 de Diciembre de 2009.

Artículo 83.- Este Reglamento entrará en vigencia un día después de su publicación en el Diario Oficial "La Gaceta".

Dado en la ciudad de Tegucigalpa, municipio del Distrito Central, a los quince días del mes de julio del año dos mil quince.

COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE.

JUAN ORLANDO HERNÁNDEZ ALVARADO
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPÚBLICA

JOSÉ ANTONIO GALDAMES FUENTES
SECRETARIO DE ESTADO EN LOS DESPACHOS
DE ENERGÍA, RECURSOS NATURALES, AMBIENTE Y
MINAS, MIAMBIENTE

14 S. 2015