



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

DISEÑO DE ESTACIÓN SOLAR PARA CARGA ELÉCTRICA DE EQUIPO ELECTRÓNICO

Carlos Alberto Spiegeler Benítez

Asesorado por el Ing. César Augusto Akú Castillo

Guatemala, abril de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE ESTACIÓN SOLAR PARA CARGA
ELÉCTRICA DE EQUIPO ELECTRÓNICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARLOS ALBERTO SPIEGELER BENÍTEZ

ASESORADO POR EL ING. CÉSAR AUGUSTO AKÚ CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

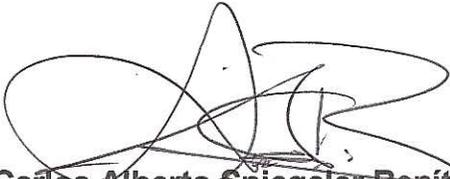
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de de León
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE ESTACIÓN SOLAR PARA CARGA ELÉCTRICA DE EQUIPO ELECTRÓNICO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 10 de enero del 2013.



Carlos Alberto Spiegeler Benítez

Guatemala 13 de Junio de 2,013

Ingeniero
Cesar Augusto Urquizú Rodas
Director de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Señor Director:

Por medio de la presente informo a usted, que he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado **DISEÑO DE ESTACIÓN SOLAR PARA CARGA ELÉCTRICA DE EQUIPO ELECTRÓNICO**, elaborado por el estudiante **CARLOS ALBERTO SPIEGELER BENITEZ**, con carné 2001-17292, previo a obtener el título de Ingeniero Industrial.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con los requisitos establecidos de la Facultad de Ingeniería, y reconociendo la importancia del tema. Por todo lo anterior tanto el autor como el asesor somos responsables del contenido y conclusiones del presente trabajo de tesis y en consecuencia, por medio de la presente me permito **APROBARLO**, agregando que lo encuentro completamente satisfactorio.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,


César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073
Ing. CÉSAR AUGUSTO AKÚ CASTILLO
Colegiado No. 4073
ASESOR



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE ESTACIÓN SOLAR PARA CARGA ELÉCTRICA DE EQUIPO ELECTRÓNICO**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alberto Spiegel Benítez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“DID Y ENSEÑAD A TODOS”

*Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Ingeniera Industrial
Colegiada No. 8121*

Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2014.

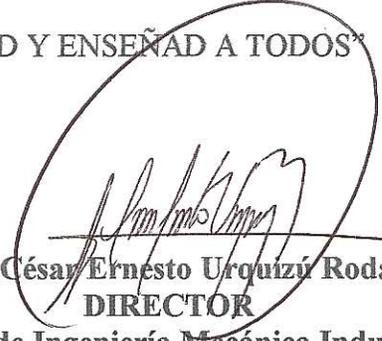
/mgp



REF.DIR.EMI.060.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE ESTACIÓN SOLAR PARA CARGA ELÉCTRICA DE EQUIPO ELECTRÓNICO**, presentado por el estudiante universitario *Carlos Alberto Spiegel Benítez*, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2014.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE ESTACIÓN SOLAR PARA CARGA ELÉCTRICA DE EQUIPO ELECTRÓNICO**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Alberto Spiegel Benítez** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olympo Paiz
Decano



Guatemala, abril de 2014

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme la vida y siempre cuidar de mí, por la sabiduría para poder cumplir con mis objetivos y por proporcionarme la capacidad que hoy me permite alcanzar este triunfo.

Mi abuela

María Catalina Mérida Ramírez, por el tiempo, sacrificio y sabios consejos, que hoy han hecho de mí, un hombre de principios y valores.

Mis padres

Ana María Benítez Mérida y Ricardo Spiegeler García, por hacer de mí una persona honesta y de carácter, por darme la oportunidad de poder cumplir mis sueños, gracias a su paciencia y sobre todo por el apoyo incondicional que siempre me han brindado en la vida.

Mis hermanos

Por formar parte de mi vida y por compartir los momentos significativos durante mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por regalarme la vida.
Mis padres	Por todo el esfuerzo realizado para mi superación.
Ing. César Augusto Akú Castillo, Ing. Renaldo Girón e Inga. Nora García	Por la asesoría y apoyo recibido durante el tiempo de la investigación, acatando todas las observaciones y recomendaciones para lograr desarrollar el proyecto de la mejor manera posible.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Mi alma máter y querida universidad, por la formación académica y profesional que me ha brindado; por forjar en mí el espíritu universitario y darme la oportunidad de ser Sancarlista.
Gloriosa Facultad de Ingeniería	Por todos los conocimientos adquiridos y ser mi segundo hogar durante estos años de estudio; por las alegrías y experiencias que acá compartí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. ESTUDIO DE MERCADO	1
1.1. Utilización de la energía solar en Guatemala	1
1.2. Segmentación de mercado	2
1.3. Oferta de energía eléctrica en el Corredor Seco de Guatemala	5
1.4. Demanda de energía eléctrica en los corredores secos de Guatemala	7
2. ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA	17
2.1. Antecedentes	17
2.2. Diseño de la estación solar	21
2.2.1. Características	23
2.2.2. Dimensiones	24
2.2.3. Materiales y equipo del panel solar	29
2.2.4. Especificaciones técnicas y de seguridad	38
2.2.5. Mantenimiento preventivo	38
2.2.6. Vida útil	49

3.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO-LEGAL	51
3.1.	Legislación y normativa existente en el marco actual referente al desarrollo de las zonas rurales aisladas (zra's)	51
3.1.1.	Revisión del marco legal existente relacionado con electrificación rural y el desarrollo de las zonas rurales aisladas	54
3.2.	Regulaciones y normas internacionales de energía eléctrica ..	55
3.3.	Normativa de energía eléctrica en Guatemala.....	60
3.4.	Métodos de manejo del equipo	60
4.	ESTUDIO AMBIENTAL.....	69
4.1.	Consumo eléctrico de los dispositivos portátiles.....	69
4.2.	Beneficios del uso de la estación solar.....	73
4.2.1.	Reducción de costos en la factura por consumo eléctrico.....	75
4.2.2.	Ayuda al medio ambiente	75
5.	ESTUDIO ECONÓMICO-SOCIAL	85
5.1.	Análisis de sensibilidad - social	86
	CONCLUSIONES	93
	RECOMENDACIONES	95
	BIBLIOGRAFÍA	97
	ANEXOS	99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Zona afectada en Guatemala	4
2.	Corredor seco	8
3.	Sistemas que se interrelacionan en el Corredor Seco oriental	15
4.	Dimensiones estación de carga	25
5.	Dimensiones caja de almacenaje	26
6.	Diseño final estación de carga solar	27
7.	Proceso de alimentación	28
8.	Tablero de densidad media (MDF)	30
9.	Panel solar fotovoltaico	32
10.	Batería marca Narada	33
11.	Inversor marca Royal Power	34
12.	Controlador de carga marca PWM	35
13.	Cable conductor	36
14.	Multicargador	37
15.	Tomacorriente doble	37
16.	Limpieza panel solar (paso a)	41
17.	Limpieza panel solar (paso b)	41
18.	Mantenimiento de baterías	43
19.	Mantenimiento básico de baterías	45
20.	Mantenimiento baterías (limpieza de bornes)	46
21.	Colocación de los paneles solares	61
22.	Colocación del controlador	61
23.	Colocación de baterías	62

24.	Colocación del inversor	63
25.	Instalación correcta de la estación solar	64
26.	Diagrama eléctrico estación solar	65
27.	Mantenimiento fraccionado.....	67

TABLAS

I.	Especificaciones técnicas batería Narada	34
II.	Especificaciones técnicas inversor Royal Power	35
III.	Especificaciones técnicas controlador de carga solar PWM	36
IV.	Especificaciones cargador y consumo	70
V.	Especificaciones dispositivo, costo y demanda.....	72

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
°	Grados
kWh	Kilowatt hora
kW	Kilowatt
m²	Metros cuadrados
%	Porcentaje
“	Pulgadas
Q	Quetzales
m²	Nanómetro
UV	Ultravioleta
V	Voltio
W	Watts

GLOSARIO

Capacitor	Es un dispositivo que almacena carga eléctrica.
Controlador	Es el componente que controla y regula la carga de la batería para evitar que se sobre cargue, manteniéndola con la carga óptima.
Corriente alterna	Es la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente.
Corriente directa	Es la corriente eléctrica cuyas cargas o electrones fluyen en una misma dirección.
Efecto fotovoltaico	Es la transformación parcial de la energía luminosa en energía eléctrica.
Inversor	Es un circuito utilizado para convertir corriente directa en corriente alterna.
Panel fotovoltaico	Llamados comúnmente paneles solares, están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos (energía solar fotovoltaica).

Radiación	Consiste en la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas.
Transformador	Es un dispositivo que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia.
Voltaje (tensión)	Es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos.

RESUMEN

Las instalaciones de sistemas fotovoltaicos son un tipo especial de obtención de electricidad que puede ser utilizado con el objeto de reducir el impacto ambiental, así como un medio de entrega de energía al usuario que, lógicamente, sustituye el uso del servicio eléctrico de la compañía de distribución.

Este documento consiste en un sistema que agrupa un conjunto de paneles solares fotovoltaicos, que generan electricidad a partir de los rayos del sol, cuya electricidad obtenida en DC (corriente directa) es procesada por medio de un inversor que mediante sistemas sincronizados convierte la corriente continua en corriente alterna de 120 voltios idénticos a la red eléctrica ya existente.

El objetivo es diseñar un sistema en el que la calidad de la energía eléctrica, generada por el sistema fotovoltaico, sea similar a la de la red, orientando a la reducción de costos por los servicios prestados y al mismo tiempo satisfaciendo las necesidades de maestros y estudiantes de las escuelas ubicadas en el Corredor Seco de la región nororiente de Guatemala.

Esta energía es totalmente renovable y limpia, cuya instalación es muy sencilla, rápida. Además, el hecho más importante es que la fuente principal de la generación (como son los rayos del sol) es ilimitada, no producen ningún impacto ambiental y sobre todo, que son gratuitos.

Esta propuesta está enfocada a convertirse en una herramienta medioambiental muy importante a tener en cuenta, tomando en cuenta que luego de un tiempo se podrá recuperar el costo inicial de la inversión, para luego de allí obtener únicamente el beneficio económico.

OBJETIVOS

General

Determinar la factibilidad del diseño de estación solar para cargar equipo electrónico portátil o móvil utilizando paneles fotovoltaicos y así ser utilizada como una alternativa en la generación de energía eléctrica.

Específicos

1. Diseñar un prototipo de estación de carga solar al menor costo posible.
2. Determinar la factibilidad del prototipo de estación de carga solar.
3. Generar un medio ecoresponsable para obtener energía pura.
4. Cuantificar la cantidad de estaciones solares según el número de escuelas necesitadas en el Corredor Seco.

INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental es un tema de interés mundial y hoy en día, se le ha dado mucha importancia debido a la destrucción y explotación de los recursos naturales que no son renovables y que se están agotando, ocasionando fenómenos naturales que causan destrucción de todo lo que rodea.

Por tal razón, en estos tiempos de crisis ambiental mundial la generación de energía eléctrica utilizando recursos renovables ha adquirido mayor importancia en la actualidad y se ha impulsado el desarrollo de diferentes medios de aprovechamiento de dichos recursos.

A raíz de eso se desarrollaron las estaciones solares, que buscan el aprovechamiento de la energía que el sol emite a la tierra a través de sus rayos para generar energía, así se estará minimizando costos en las futuras facturas por consumo eléctrico y a su vez se ayudará a la naturaleza, previniendo los factores que generan la contaminación en el hábitat.

Se ha determinado que el sol emite suficiente energía al planeta como para aprovecharla y generar energía eléctrica por miles de años, tomando en cuenta que hoy en día el precio de la electricidad aumenta, la energía solar es una alternativa factible ante la crisis económica y energética que se vive en el país. También se podría mitigar definitivamente el uso de generadores eléctricos de combustión, ya que son contaminantes y más caros por los precios del combustible.

Estudiando estos factores se puede decir que será muy factible la realización de las estaciones de carga por medio de paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica para distintos tipos de dispositivos electrónicos portátiles que requieran de ella para su funcionamiento.

1. ESTUDIO DE MERCADO

1.1. Utilización de la energía solar en Guatemala

La energía solar es la energía obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol. La radiación solar que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio de captadores que, mediante diferentes tecnologías (células fotovoltaicas), pueden transformarla en energía eléctrica; a este tipo de energía se le llama energía renovable o energía limpia.

Guatemala, según su ubicación geográfica, está en una zona franca, donde se puede aprovechar enormemente la energía producida por el sol. Basándose en esta teoría científica se creará un prototipo de estación de carga solar, la cual será alimentada por energía obtenida a través de un conjunto de paneles solares fotovoltaicos y utilizando baterías de ciclo profundo para almacenar la energía.

Consta de dos secciones con funciones diferentes, en cada sección se encuentran distintos componentes que son esenciales para su funcionamiento; la sección de almacenaje de energía, que está comprendida por un capacitor o batería, que será el elemento que distribuye y almacena la energía; y la sección de captación de energía, formada por un conjunto de paneles fotovoltaicos, que será la fuente de energía eléctrica para cargar la batería.

El ensamble de este sistema de la estación eléctrica con panel fotovoltaico es simple porque la mayoría de los componentes son prefabricados y únicamente deben realizarse tareas de ensamblaje, soldadura y conexión.

Lo anterior indica que Guatemala es un lugar idóneo para trabajar con tecnología innovadora, a pesar de que hoy en día existen organizaciones que se oponen fuertemente al cambio (resistencia al cambio); el cual atrasa el desarrollo del país, por ello es necesario dar a conocer los beneficios que están sujetos a recibir al momento de aprovechar los recursos que se tiene alrededor e informar a la comunidad que no existe ningún riesgo al momento de generar energía a base de paneles fotovoltaicos. También se dará a conocer a los beneficiados que los costos por factura del consumo de energía eléctrica disminuirán y a su vez se estará contribuyendo a la reducción de la contaminación del medio ambiente.

Actualmente, un gran porcentaje de la población de Guatemala desconoce este tipo de tecnología que bien parece ser clave del éxito y/o desarrollo, ya que generará oportunidades de empleo y crecimiento empresarial al momento que no existan barreras que obstruyen el cambio.

Al identificar la factibilidad del proyecto, no solo servirá para el uso de las escuelas ubicadas en los corredores secos de Guatemala, sino también a las escuelas de bajos recursos en todo el país; esto incentivará a las futuras generaciones a poner en práctica cualquier tecnología que contribuya al desarrollo de Guatemala con los recursos que se disponen sin dañar al medio ambiente.

1.2. Segmentación de mercado

El Corredor Seco oriental está conformado por regiones de once departamentos: Baja Verapaz, Quiché, Huehuetenango, San Marcos, Retalhuleu, Escuintla, Zacapa, El Progreso, Santa Rosa, Jutiapa y Chiquimula.

Geográficamente el territorio cubre el 54 % del Corredor Seco, con 5 236 km², representando el 5 % del territorio nacional. La población en esta región es en su mayoría blanca o mestiza y solo el 8 % de los 888 377 habitantes se identifican como indígenas (INE, 2002). La densidad poblacional es mucho más baja que en la parte occidental (179 habitantes/km²) (INE, 2 002; IGN 2 000), aunque el índice de ruralidad (69 %), y el IDH son similares (0,61) (PNUD, 2005). Existe diferencia en cuanto al porcentaje de pobreza extrema, siendo el promedio de 13 %.

Con respecto al índice de Gini (0,74) indica mayor inequidad en la distribución de los recursos en el oriente que en el occidente (PNUD, 2005). Los principales medios de vida en esta región son (MFEWS, 2009): granos básicos y jornaleo transfronterizo con Honduras y El Salvador (62 %), agroindustria, madera, minería y café (34 %), hortalizas y frutas de altura (4 %). El 67 % de la tierra no cuenta con bosques, y el 17 % se usa para la producción de granos básicos (MAGA, 2005).

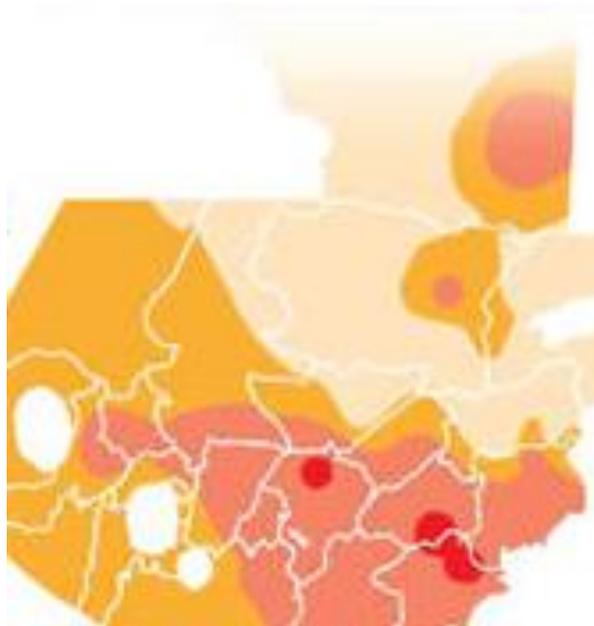
La finalidad del proyecto es satisfacer las necesidades básicas de la población guatemalteca residente en su mayoría en el nororiente del país, lugar donde se refleja con alto índice de pobreza (Corredor Seco), en la actualidad no cuentan con recursos económicos y naturales para sobrevivir, razón por la cual se implementará la estación de carga solar en un espacio accesible donde los beneficiados puedan hacer uso de ella y así puedan vivir dignamente.

- Ubicación: región nororiente de la República de Guatemala (Corredor Seco).
- Población objetivo: residentes de las áreas afectadas de los departamentos de Baja Verapaz, Quiché, Huehuetenango, San Marcos,

Retalhuleu, Escuintla, Zacapa, El Progreso, Santa Rosa, Jutiapa y Chiquimula.

- Población muestral: Corredor Seco.
- Clase social: baja.
- Otras características: la población no cuenta con servicios básicos para satisfacer sus necesidades básicas, entre las principales; están la falta de energía eléctrica y agua potable.

Figura 1. **Zona afectada en Guatemala**



Fuente: Prensa Libre.

1.3. Oferta de energía eléctrica en el Corredor Seco de Guatemala

El Corredor Seco se encuentra ubicado en el oriente del país, por ello la empresa que se dedica a la comercialización y distribución del servicio eléctrico. Es la distribuidora de electricidad de oriente (DEORSA) creando tarifas ya establecidas según demanda de la región.

En la actualidad, existen en el mercado nacional e internacional, empresas que se dedican a la fabricación y venta de equipo fotovoltaico con el propósito de ayudar al medio ambiente; esto se logrará haciendo el uso correcto de la energía obtenida del Sol.

Es importante mencionar que los países mejor desarrollados del mundo utilizan celdas solares o celdas fotovoltaicas para llevar energía pura o renovable a lugares donde no se tiene acceso a la energía eléctrica común.

Existen canales en los cuales se pueden emprender el uso de equipo fotovoltaico, entre los que se pueden mencionar; los medios de transporte y las páginas de compras por internet, entre otros; lo que permite que sean productos accesibles. Los sistemas de generación eléctrica, utilizando energía solar, se diseñan según las necesidades del cliente, en este caso, basado en el consumo eléctrico que tenga.

En Guatemala, algunas empresas se dedican a la comercialización de productos para producir energía eléctrica con sistemas solares. En dichas compañías varían las marcas y precios de los productos que distribuyen. Un prototipo o diseño como el propuesto puede hacerse con elementos que dichas empresas proveen.

Algunas empresas que se dedican a la comercialización de estos productos en Guatemala son:

- ENERSOL (www.enersolgt.com)
- Soluciones Energéticas (www.soluciones-energeticas.com)
- Advanced Energy (www.ae-energiasolar.com)
- EnerFree (www.enerfreegt.com)

“La radiación solar promedio es entre 4,5 kW a 6,95 kW hr/m² al día y permite transformarla a partir de paneles solares en energía eléctrica, la cual puede ser suministrada a 12 voltios (V) o al voltaje que sea requerido por los usuarios.”¹

Guatemala, país tropical de América Central, ubicado a 14,5 ° arriba del Ecuador, recibe a lo largo del año, gran cantidad de radiación solar. Para el diseño técnico de la mayoría de los sistemas solares, la radiación proporciona el dato más importante, porque representa la energía que se puede aprovechar.

Algunos de los argumentos que favorecen el uso de energías alternativas son los que se mencionan a continuación:

- Energía renovable
- Energía inagotable
- No contamina el ambiente, y por lo tanto son más saludables
- No hay producción de gases tóxicos

¹ UNEP, Solar and Wind Energy Resource Assessment.

- No hay peligro de incendios
- No hay producción de gases tóxicos
- Se garantiza la continuidad del suministro de energía

Inversión inicial es alta, pero como el tiempo de vida (25-30 años) que poseen los paneles solares en un determinado tiempo, se recupera la inversión inicial más el ahorro en la factura del servicio eléctrico.

1.4. Demanda de energía eléctrica en los corredores secos de Guatemala

Los Corredores Secos se encuentran en la región oriente del país; los habitantes de este sector hoy en día son los más necesitados de ayuda económica, alimenticia, de vivienda, de trabajo por las condiciones precarias con las que cuenta esta parte del territorio nacional.

Según las estadísticas llevadas a cabo por los representantes del Ministerio de Energía y Minas del Gobierno de la República de Guatemala, a la fecha son las personas más necesitadas de dicha ayuda energética para cubrir con sus necesidades básicas tales como trabajo, educación, alimentación, recreación y seguridad; para vivir con una mejor calidad de vida que merecen no solo por ser guatemaltecos sino por ser seres humanos.

Figura 2. **Corredor seco**



Fuente: prensalibre.com. Consulta: 10 de febrero de 2014.

La estación solar para carga eléctrica de equipo electrónico móvil; está diseñada para cubrir en una gran parte de las necesidades que se tienen en la actualidad, con la incursión de la estación se está promoviendo el desarrollo no solo de la región afectada sino del país en general.

La zona semiárida del país conocida como Corredor Seco se amplió a los departamentos de Huehuetenango, San Marcos, Retalhuleu, Quiché, Santa Rosa y Escuintla. Esto, debido al impacto del cambio climático, al cual Guatemala es altamente susceptible por su ubicación geográfica.

En los últimos cinco años el área seca, que inicialmente se ubicaba en Zacapa, Chiquimula, Jutiapa, El Progreso y Baja Verapaz, cuantificada en 10 mil 200 kilómetros cuadrados hasta 2 007, aumentó de un 25 % a 30 %, según estimaciones de expertos.

El total de superficie aproximada de las zonas del país con alta y mediana susceptibilidad a sequía es de 49,430 kilómetros cuadrados, equivalente al 45,45 % del territorio nacional, según José Miguel Leiva, asesor regional para Mesoamérica del Mecanismo Mundial de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía y parte del Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA).

El director del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh), Eddy Sánchez, confirma el crecimiento del Corredor Seco a 11 departamentos. “Guatemala está a la deriva de la variabilidad climática, lo que incide en años lluviosos o secos; se es muy vulnerables y por eso el área semiárida tiende a extenderse”.

Datos del Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía (Proandys) revelan que los lugares afectados en Quiché con pérdidas recurrentes de cultivos por la sequía son: Uspantán, Chicamán, Cunén, San Andrés Sajcabajá, Sacapulas, Canillá, San Pedro Jocopilas, San Bartolomé y Zacualpa.

En San Marcos, con una extensión considerable de tierras degradadas, San Miguel Ixtahuacán, Sipacapa, Río Blanco, Comitancillo y Pajapita.

En Huehuetenango, La Democracia, Mentón, Chiantla, Cuilco, Malacatán y Malacatancito.

En la Costa Sur, Chiquimulilla, Taxisco y Guazacapán, en Santa Rosa; en Escuintla, Santa Lucía Cotzumalguapa, Tiquisate, Nueva Concepción, La Democracia, Masagua y La Gomera.

“Las zonas secas altas se ubican en Zacapa y Chiquimula, consideradas desérticas, porque ya perdieron su capacidad productiva, donde se concentra el 15 % del territorio nacional, con sequía media que abarca la zona volcánica, media hasta Huehuetenango y San Marcos, una parte de la región sur y de Izabal. Con sequía baja, la Franja Transversal del Norte, la zona de San Francisco Petén y altiplano occidental y Boca Costa”.

Causas

El crecimiento del área del Corredor Seco es atribuido a los efectos del cambio climático, generado por el aumento de la temperatura global, que ha provocado variabilidad en el clima, lo cual se refleja con inundaciones o sequías, como la ocurrida en el período 2009-2010, uno de los más secos en los últimos 60 años en Guatemala.

La sequía se ocasiona por los cambios en los patrones de la lluvia. “Está lloviendo cada vez menos días, pero cuando llueve, caen hasta 100 milímetros de agua y el suelo no es capaz de cumplir su función de esponja.

Además, sube la temperatura, lo que provoca que las plantas demanden más agua, y genera pérdidas en las cosechas; a esto se le llama la sequía perfecta”, explica Juan Carlos Rosito, del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (Iarna), de la Universidad Rafael Landívar.

Las regiones secas se producen cuando la precipitación es menor a lo que necesitan los ecosistemas para sobrevivir, o muy seca cuando llueve menos de la mitad de lo necesario, como ocurre en Zacapa o Chiquimula.

De acuerdo con Ana María Palomo, miembro de la Mesa de Cambio Climático, “la población no está sensibilizada a qué somos vulnerables; no hay medidas de adaptación al cambio climático; no hay manejo de suelos y hay reducción de bosques”.

Los costos del cambio climático repercuten directamente en la agricultura, seguridad alimentaria, infraestructura, salud y pérdida de vidas humanas; se estima que su impacto representa el 0,5 % del Producto Interno Bruto (PIB) del país.

Guatemala es el único país latinoamericano y caribeño en el grupo de 24 naciones con mayor carga y más alta prevalencia de desnutrición en niños de 5 años o menos, con un 48 % en el período 2 007-2 011, según un informe del Fondo de Naciones Unidas para la Infancia (Unicef).

Efectos en la salud

Los problemas en salud provocados por el cambio climático en países subtropicales, como Guatemala, son los organismos patógenos que causan enfermedades en plantas, animales y en el hombre, debido a que son muy susceptibles a los cambios de temperatura.

“Hay más de 45 microorganismos que antes no habitaban en tierras altas y ahora ya existen, como la chinche, que produce el mal de Chagas, que antes se ubicaba en Chiquimula y Zacapa; ahora ya habita en el altiplano del país”.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) anunció que para brindar una atención preventiva e impulsar los programas Pacto Hambre

Cero y Ventana de los Mil Días, comenzará a funcionar próximamente el Viceministerio de Atención Primaria en Salud.

Esta instancia ejecutará Q 1 260 millones destinados para el primer programa citado y Q 460 millones al segundo. Ambos están destinados al combate de la inseguridad alimentaria.

En la agricultura los efectos son evidentes con la presencia de plagas como las que registran cultivos de café, papa, tomate, cardamomo y maíz, con un impacto económico de unos Q 2 100 millones, equivalente al 3 % del PIB para 2 013, según el Ministerio de Agricultura.

Para enfrentar los efectos los expertos coinciden en señalar la necesidad de implementar políticas de adaptación para atender a las poblaciones vulnerables. “Guatemala tiene políticas de adaptación al cambio climático, pero tienen que ser implementadas a nivel interinstitucional; de nada sirven presupuestos y planes si no llegan a la gente que lo necesita en las zonas afectadas.”

La caracterización del Corredor Seco se puede definir como “una región caracterizada por ser semiárida y con riesgo de sequías”. La delimitación geográfica abarca un total de 9 mil 632 km², integrados en 13 de los 22 departamentos de Guatemala, lo que implica una población de 2 millones 929 mil 053 habitantes.

Ahora bien, el Corredor Seco oriental se encuentra en cinco departamentos: Jutiapa, Jalapa, Chiquimula, El Progreso y Zacapa; lo que abarca el 54 por ciento, con 5 mil 236 km². La población en esta región en su mayoría, mestiza y solo el 8 % de los habitantes se identifican como mayas.

Cabe resaltar que la densidad poblacional es considerablemente más baja que en el área occidental, aunque el índice de ruralidad y el Índice de Densidad Habitacional (IDH) son similares. Las principales diferencias se pueden observar en cuanto al porcentaje de pobreza extrema, que se posiciona en un 13 %. Con respecto a la inequidad en la distribución de los recursos en el oriente, indica un índice de Gini (desigualdad) de 0,74, es decir, los recursos de la región se encuentran concentrados en pocas familias.

Los principales medios de vida en esta región son (MFEWS, 2 009): granos básicos y jornaleo transfronterizo con Honduras y El Salvador (62 %), agroindustria, madera, minería y café (34 %), hortalizas y frutas de altura (4 %).

El 67 % de la tierra no cuenta con bosques, y el 17 % se usa para la producción de granos básicos (MAGA, 2 005).

Vale la pena destacar que el Corredor Seco depende de los ecosistemas y agrosistemas para su desarrollo, que se evidencia en la cantidad de empleos directos e indirectos que generan.

Por su parte, el análisis sobre pobreza y desnutrición se ha podido determinar que el censo de talla, que realizó la Sesan y UVG (2 009) de niños que asisten a primer grado, reveló que presentan un retardo considerable a la talla promedio. Sin embargo, comparativamente con el resto del país, los índices de desnutrición crónica y aguda pudieran considerarse bajos, aunque es importante marcar que entre 3 y 4 niños de cada 10 presentan condiciones desfavorables para su crecimiento y su desarrollo general como ser humano, el problema es más sensible en San Agustín Acasaguastlán.

Sistemas que se interrelacionan en el Corredor Seco oriental

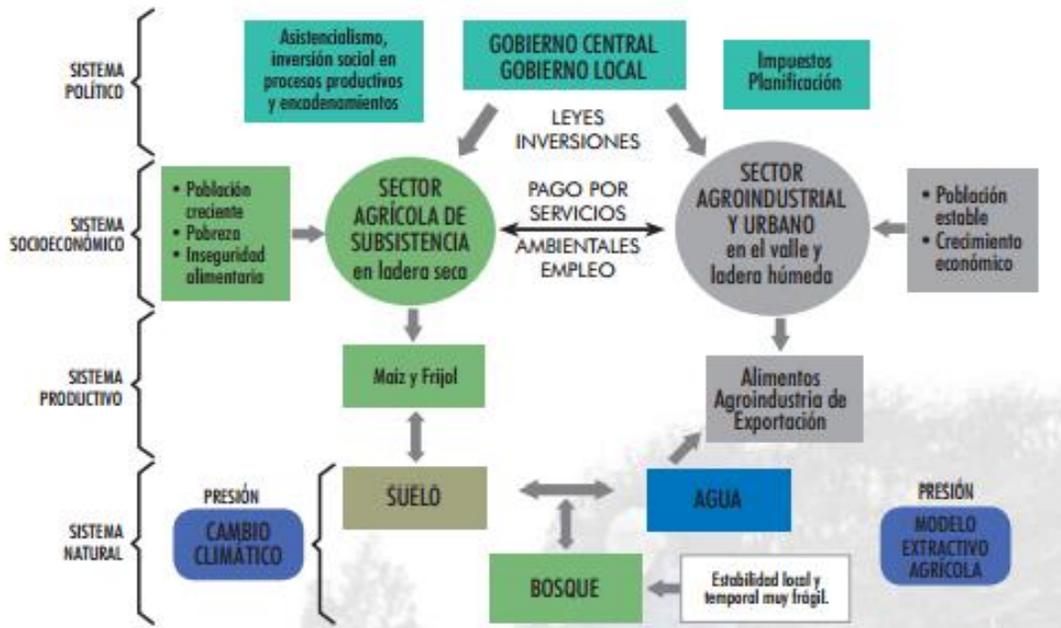
Con la claridad de esta realidad geoespacial se esquematizó estas relaciones en cuatro subsistemas:

El político: constituido por las decisiones del gobierno central y local que afectan al agricultor de subsistencia en las laderas secas, así como a la agroindustria y al sector urbano en el valle. Ambos integran el sistema socioeconómico caracterizado por la situación de pobreza e inseguridad alimentaria para el primero y por el crecimiento económico para el segundo.

El sistema socioeconómico en su totalidad está basado en el sistema productivo (granos básicos, café, melón), el cual a su vez depende directamente del sistema natural en sus elementos suelo y agua provistos, a su vez, por el ecosistema boscoso.

Este último tiene dos presiones: la social, producto del modelo extractivo y agrícola generalizado en el país, y el cambio climático que modifica la temporalidad de la lluvia y la frecuencia de eventos extremos en una región naturalmente seca. Estas relaciones se observan en la figura.

Figura 3. **Sistemas que se interrelacionan en el Corredor Seco oriental**



Fuente: iniciativa Pobreza - Medio Ambiente IPMA PNUD-PNUMA.

2. ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA

2.1. Antecedentes

La existencia del efecto fotovoltaico fue puesta de manifiesto por el físico Becquerel en 1839. Hacia 1870 el profesor W. Grylls Adams experimentó sobre el efecto de la luz sobre el selenio, comprobando que se creaba un flujo de electricidad, que denominaron “fotoeléctrica”.

En 1885 Charles Fritts construyó el primer módulo fotoeléctrico, demostrando la evidencia de la conversión directa de la energía de la luz en energía eléctrica. En 1921 Albert Einstein gana el Premio Nobel por sus teorías explicativas del efecto fotovoltaico. En 1953, los ejecutivos de Bell presentaron la denominada batería Solar Bell, mostrando un panel de células fotovoltaicas que alimentaban una noria en miniatura.

En pocos años se sustituyó el selenio y se empezó a utilizar el silicio como material básico para las células.

Los primeros usos comerciales fueron para la alimentación de lugares remotos alejados de la red eléctrica. Las células fotovoltaicas tuvieron su primer gran campo de aplicación en el espacio y estas viajaron al espacio a finales de los años 60, alimentando un satélite. Se dieron cuenta que las células solares se podían aplicar en otros campos. Se instalaron detectores camuflados en la ruta Ho Chi Min alimentados por células solares fotovoltaicas.

En 1973 investigadores de Solar Power Corporation comenzaron a investigar para reducir el coste de fabricación de las células, y utilizaron silicio de rechazo, de la industria de los semiconductores. Se construye "Solar One", la primera casa donde las placas fotovoltaicas instaladas en el techo tienen doble efecto: conseguir energía eléctrica y actuar de colector solar calentando el aire bajo ellas para llevarlo a un intercambiador de calor.

Los primeros lugares donde se realizaron instalaciones fotovoltaicas fueron zonas aisladas de la red eléctrica, como en 1978 cuando se instala un sistema fotovoltaico de 3,5 kWp en una reserva india, utilizado para bombear agua y abastecer 15 casas. Después se hicieron instalaciones de todo tipo, como señalizaciones marítimas y ferroviarias, o antenas de comunicaciones.

“En 1983 la producción mundial de energía fotovoltaica supera los 21,3 mw, y las ventas superan crecen considerablemente. En los 90, se hicieron todo tipo de pruebas como la construcción de Ícaro, un avión alimentado por 3 000 células fotovoltaicas que sobrevuela Alemania.”²

La principal fuente de energía para los seres vivos del planeta es la luz solar, es decir, el conjunto de radiaciones que llegan del sol y que atraviesa el espacio, primero, y después la atmósfera. No todas las radiaciones alcanzan la superficie de la tierra y menos el fondo de los océanos, ni tampoco la energía que transporta.

Más o menos la mitad del total de esas radiaciones se agrupa bajo lo que se llama luz visible. Además, llegan también rayos gamma, luz ultravioleta y luz infrarroja, entre otras.

² <http://www.nuevasenergias.eu/energiasolarfotovoltaica.php>. Consulta: 21 de febrero de 2014.

La energía solar es parte de los métodos alternativos para generar electricidad. Estos métodos son a la vez conocidos como energía verde o energía limpia. Este tipo de energía ha adquirido gran importancia por el cambio climático y los múltiples fenómenos naturales que han tenido consecuencias desastrosas alrededor del mundo.

El aprovechamiento de la energía solar se refiere a la conversión directa de la radiación solar en calor y en electricidad, llamadas conversión fototérmica y fotovoltaica, respectivamente. La energía solar es la causa indirecta de que pueda aprovecharse la energía que proporcionan las plantas y los animales, mejor conocida como biomasa. También al sol se deben los movimientos de las diferentes masas de aire que ocasionan los vientos; así, la energía eólica o de los vientos es indirectamente energía solar. Además, el depósito de organismos que alguna vez estuvieron vivos en las capas de la corteza terrestre no es otra cosa que los componentes del petróleo y el carbón.

“De esa manera, los combustibles fósiles son también indirectamente producto de la energía solar. Finalmente, la energía hidroeléctrica proviene de una enorme máquina térmica, cuyo combustible es precisamente la energía solar. Cuando los rayos del sol calientan el agua de la tierra se produce vapor de agua; éste se eleva formando nubes; ahí, el vapor de agua se condensa y se precipita, lo que aumenta el nivel de agua de, por ejemplo, una presa.”³

La energía solar fotovoltaica como tal, tiene su origen en estudios e investigaciones sobre el efecto fotoeléctrico.

³ <http://html.aprovechamiento-de-la-energia-solar.html>. Consulta: 21 de febrero de 2014.

Se dice que este es instantáneo, ya que la radiación aparece sin retraso sensible, dado que el número de fotoelectrones emitidos, es decir, la intensidad de la corriente producida, es proporcional a la radiación recibida. La velocidad de la emisión no influye en absoluto la intensidad luminosa, ni su estado de polarización, pero sí su frecuencia o longitud de onda. Para cada metal existe una frecuencia mínima de la radiación luminosa por debajo de la cual no se presenta el efecto fotoeléctrico.

Los módulos fotovoltaicos realizan la captación de la energía procedente del sol para luego transformarla directamente en energía eléctrica en forma de corriente continua. Estos se instalan normalmente en los techos de las casas o en campo abierto, ya que requieren zonas sin sombra y deben estar orientados al sol de mediodía (generalmente con una inclinación de 45 °).

Este tipo de paneles está formado por una cantidad determinada de celdas o células fotovoltaicas cuya cantidad depende del voltaje requerido para el consumo.

En Guatemala particularmente, el Congreso de la República emitió la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (Decreto 52-2 003) el 4 de noviembre del 2 003, publicado en el Diario de Centroamérica el 10 de noviembre del mismo año, en esta ley se declara de urgencia nacional el desarrollo racional de los recursos energéticos renovables, indicando que el Ministerio de Energía y Minas estimulará, promoverá, facilitará y creará las condiciones adecuadas para el fomento de inversiones que se hagan con este fin, a través de incentivos fiscales, económicos y administrativos.

Las entidades que realizan proyectos de energía con recursos renovables gozan de los siguientes incentivos:

- Exención de derechos arancelarios para las importaciones
- Exención del pago del impuesto sobre la renta
- Exención del Impuesto a las Empresas Mercantiles y Agropecuarias IETAP.

Esta Ley vino a llenar el vacío que anteriormente está atendido por el Decreto ley 20-86, Ley de Fomento al Desarrollo de Fuentes Nuevas y Renovables, el cual fue derogado por la Ley General de Electricidad. Tiene una importante implicación en la electrificación rural, especialmente en aquellos sitios remotos que no tienen expectativa de ser atendidos mediante la extensión de la red nacional.

Guatemala tiene capacidad para generar electricidad usando energía solar. La radiación solar anual que tiene Guatemala se encuentra en un rango promedio anual de 4 a 6,5 kWh por cada m² al día, medido en forma horizontal. En el siguiente mapa se muestra la capacidad de generación que tiene Guatemala y el resto de Centro América.

2.2. Diseño de la estación solar

El prototipo propuesto incluye el uso de una estación de carga eléctrica, cuya fuente de energía es un conjunto de paneles fotovoltaicos, siendo el objetivo de esta satisfacer las necesidades de quienes integran o forman parte de las escuelas que se encuentran ubicadas dentro de los corredores secos en el oriente de Guatemala.

Con el prototipo diseñado se podrá garantizar la carga de los dispositivos móviles utilizando energía renovable y al mismo tiempo el costo por consumo de energía eléctrica local se sujetará a un porcentaje aceptable, proporcionando resultados positivos en la parte económica como ambiental, pues contará con un sistema para captar y almacenar la energía obtenida del sol, que hará funcionar la estación de carga de manera eléctrica.

Para llevar a cabo el diseño del prototipo se deben considerar los siguientes aspectos:

- Los materiales tienen que ser duraderos.
- El lugar del montaje de la estación de carga, debe tener acceso fácil para que los interesados hagan uso de ella en los horarios ya establecidos por las escuelas.
- Fácil de ensamblar.
- Fácil y segura de usar.
- Las baterías (acumulación de energía) deben ser las necesarias para poder cubrir con la demanda generada.

Este sistema de energía solar puede ser ensamblado fácilmente por personas con conocimientos en electricidad.

El prototipo diseñado está basado en la transformación de los rayos UV del sol a energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico, usando celdas de silicio monocristalino unidas en serie para generar suficiente energía para cargar las baterías.

Esta será la fuente de funcionamiento de la estación eléctrica, que podría también usarse para iluminar una gran parte del espacio físico con el cual cuentan las escuelas ubicadas en los corredores secos de la región.

2.2.1. Características

El prototipo que se utilizará para el aprovechamiento de la energía que emite el sol, se creará por medio de 2 paneles fotovoltaicos que serán los encargados de hacer funcionar la estación de carga de dispositivos móviles con un consumo de 750 Watt, el cual se le define como un medio de aprovechamiento de energía verde para cubrir la demanda de consumo eléctrico que los estudiantes necesiten para realizar sus actividades.

Este sistema de captación de energía renovable se podría utilizar como un plan de contingencia como fuente de suministro de energía eléctrica al momento de un suceso inesperado que a raíz de ello se suspenda el servicio de red eléctrica local.

Consta de diversos elementos que permiten su funcionamiento, estos a su vez son las fuentes de energía, y básicamente son dos:

El primero que contiene un conjunto de 2 paneles fotovoltaicos que son los encargados de captar la energía del sol y 2 baterías, que es donde se almacena la energía captada.

El segundo que son los indicadores de funcionamiento: estos son los que permiten al usuario saber el nivel de carga de la batería y si el panel está funcionando correctamente, para esto se utiliza un controlador de carga.

Inversor: que es el encargado de transformar el voltaje de 12 voltios a 120 voltios.

Las baterías, el inversor y el controlador idealmente deben almacenarse en una caja que tenga ventilación y pueda mantener la temperatura adecuada de funcionamiento para extender su vida útil.

Una de las características importantes que tendrá en si la estación de carga de dispositivos móviles es el diseño, el cual se ha creado para la comodidad de los beneficiados, esto significa que los estudiantes podrán interactuar entre ellos en el momento de hacer cargar los dispositivos.

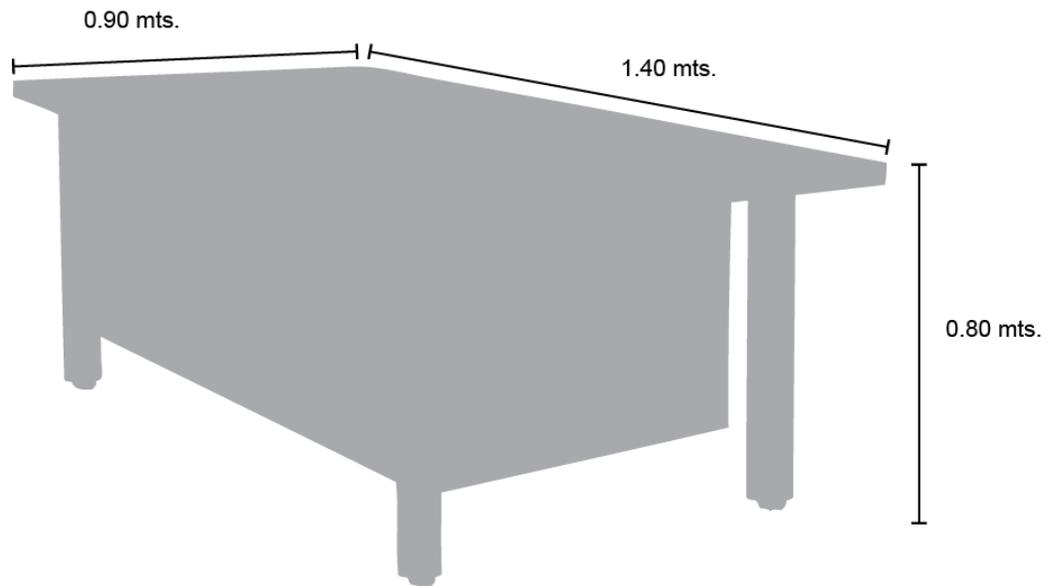
La base principal de la estación de carga solar consta de una mesa rectangular hecha de metal térmico para mantener las temperaturas del equipo que conforma la estación en general, a su vez para una mayor comodidad para los beneficiados el soporte de densidad media prefabricado, este también estará sujeto a un pequeño canal de filtración de restos de suciedad para una mayor durabilidad de las partes que la componen.

2.2.2. Dimensiones

Dimensiones de la estación de carga solar:

(Largo x Ancho x Alto): 1,40 m x 0,90 m x 0,80 m

Figura 4. Dimensiones estación de carga



Fuente: elaboración propia.

Dimensiones de la caja de almacenaje y equipo que contiene:

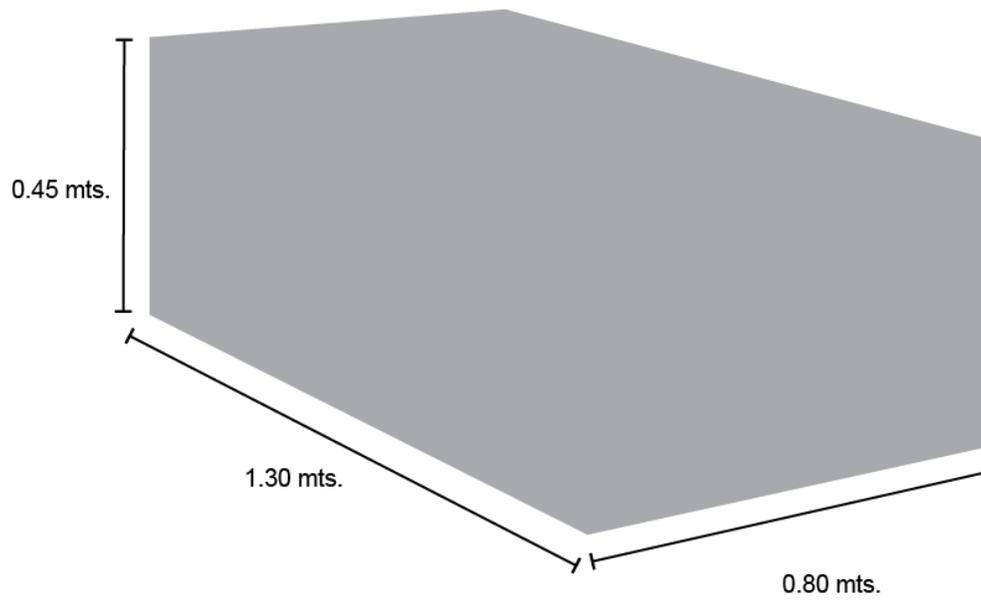
Almacenaje de componentes (Largo x Ancho x Alto): 1,3 m x 0.80 m x 0,45 m

Panel fotovoltaico (Largo x Alto): 0,75 m x 0,92 m

Batería (Largo x Alto x Ancho): 0,39 m x 0,287 m x 0,105 m

Inversor (Largo x Alto x Ancho): 0,29 m 0,08 m x 0,19 m

Figura 5. **Dimensiones caja de almacenaje**



Fuente: elaboración propia.

Diseño terminado de la estación de carga de dispositivos móviles electrónicos.

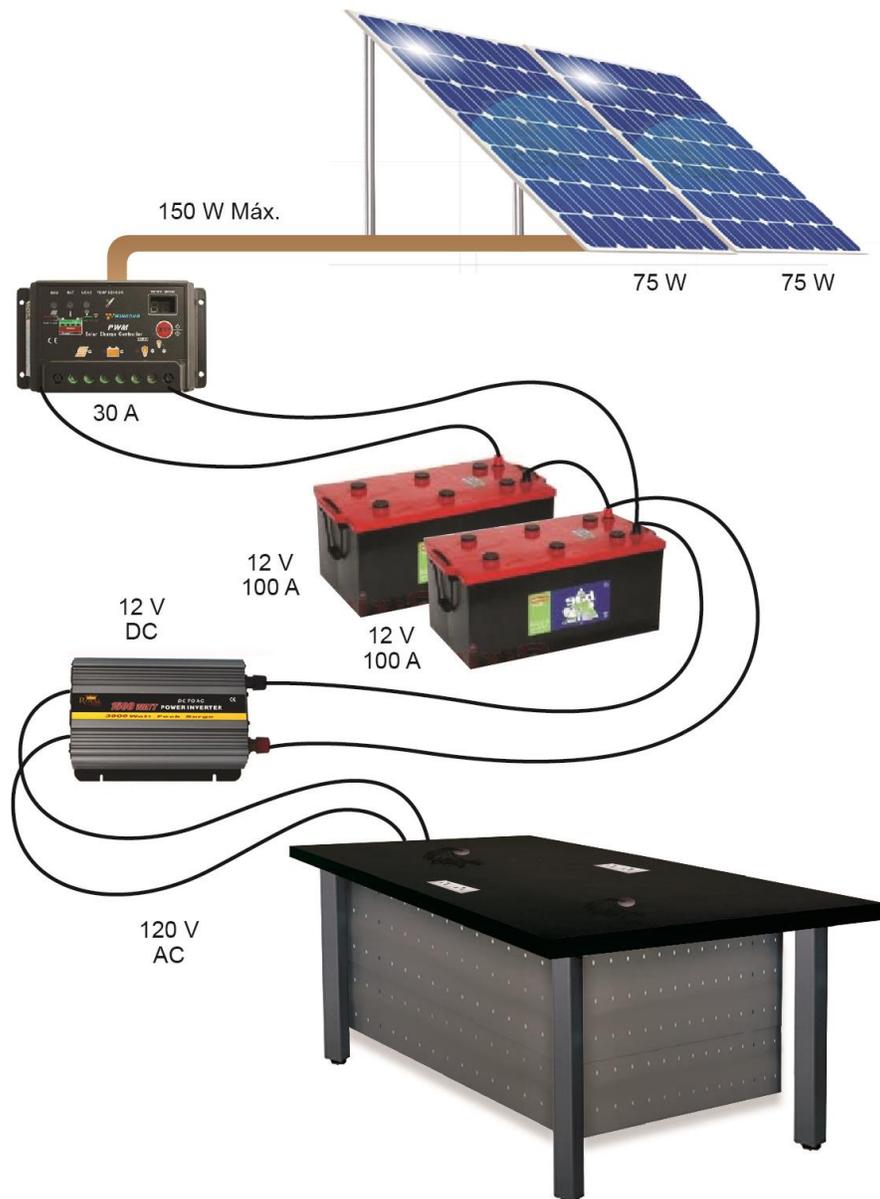
Figura 6. **Diseño final estación de carga solar**



Fuente: elaboración propia, con base en el programa Adobe InDesign.

Instalación del prototipo

Figura 7. **Proceso de alimentación**



Fuente: elaboración propia, con base en el programa Adobe InDesign.

La figura 7 muestra de forma gráfica como están conectados los componentes que fueron utilizados para el funcionamiento adecuado de todo el sistema. Los paneles solares, conectados en paralelo, generan energía eléctrica que es conducida hacia el controlador, que ayuda a regular y controlar la carga de las baterías, evitando sobre cargas y descargas. Al controlador se conectan las baterías, las cuales a su vez están conectadas en paralelo. Estas se conectan al inversor que recibirá un voltaje de entrada de 12 V y tendrá un voltaje de salida de 120 V, necesarios para hacer funcionar la estación de carga.

2.2.3. Materiales y equipo del panel solar

Este prototipo de aprovechamiento de la energía solar con paneles fotovoltaicos está construido con materiales de extensa durabilidad, que permiten una larga vida útil del producto final. Consta de diversos componentes y materiales que ayudan a su correcto funcionamiento los cuales son:

Tablero de densidad media (MDF): es un aglomerado elaborado con fibras de madera aglutinadas con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor en seco, hasta alcanzar una densidad media. Este material es utilizado para almacenar y proteger las baterías, el controlador y el inversor. Tiene un precio relativamente económico basado en la durabilidad y resistencia del material. A esta estructura se le aplicará una capa de pintura de aceite en color blanco para protegerla de la humedad y que ayude a mantener una temperatura entre 15 °C y 25 °C, reflejando los rayos del sol que puedan provocar que genere demasiado calor.

Figura 8. **Tablero de densidad media (MDF)**



Fuente: www.todotecnologia-eso.blogspot.com. Consulta: 24 de febrero de 2014.

Panel fotovoltaico: los paneles o módulos fotovoltaicos (llamados comúnmente paneles solares, aunque esta denominación abarca otros dispositivos) están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos (energía solar fotovoltaica). El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina potencia pico, y se corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas, que son:

- Radiación de 1000 W/m^2
- Temperatura de célula de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ (no temperatura ambiente).

Los paneles fotovoltaicos se dividen en:

- Cristalinas
 - Monocristalinas: se componen de secciones de un único cristal de silicio (Si) (reconocibles por su forma circular u octogonal, donde los 4 lados cortos, si se puede apreciar en la imagen, se aprecia que son curvos, debido a que es una célula circular recortada).
 - Policristalinas: cuando están formadas por pequeñas partículas cristalizadas.
- Amorfas: cuando el silicio no se ha cristalizado.

Su efectividad es mayor cuanto mayor son los cristales, pero también su peso, grosor y coste. El rendimiento de las primeras puede alcanzar el 20 % mientras que el de las últimas puede no llegar al 10 %, sin embargo su coste y peso es muy inferior.

El coste de los paneles fotovoltaicos se ha reducido de forma constante desde que se fabricaron las primeras células solares comerciales y su coste medio de generación eléctrica ya es competitivo con las fuentes de energía convencionales en un creciente número de regiones geográficas, alcanzando la paridad de red

Para fin del presente proyecto se utilizarán 5 paneles para generar suficiente energía eléctrica que se utilizará en la carga de las baterías. Cada panel está construido con 36 células (celdas) fotovoltaicas de silicio monocristalino y miden 3" de ancho por 6" de largo con un voltaje de 0,5 V, amperaje de 4 A y potencia de 2 W cada una.

Estas celdas se han conectado en serie y generan 75 W en cada panel haciendo un total de 150 W de potencia máxima en los 2 paneles. Tiene una base de *plywood* de ¼" de espesor y de 92 cm de alto y 75 cm de ancho. Las celdas están protegidas por vidrio, en un marco de aluminio y sellado con silicón para protegerlo del agua y polvo.

Figura 9. **Panel solar fotovoltaico**



Fuente: <http://es.123rf.com>. Consulta: 24 de febrero de 2014.

- Capacitor (batería): sirve para almacenar la energía que los paneles generan para la posterior utilización. El prototipo consta de dos baterías de ciclo profundo, con un voltaje de 12 V y 100 A cada una. Cada batería tiene una vida útil superior a 12 años, dependiendo el mantenimiento y uso que se les dé. Se carga en un promedio de 8 horas.

Figura 10. **Batería marca Narada**



Fuente: www.naradapower.com. Consulta: 24 de febrero de 2014.

Tabla I. **Especificaciones técnicas batería Narada**

Modelo de la batería	12NDF100
Voltaje nominal	12 V
Capacidad nominal	100 Ah luego de 10 h hasta 1.8 V por elemento a 25 C
Peso típico	33.5 Kg
Resistencia interna	6.31 miliOhm
	Operación (máxima) -40 C a 55 C
Rangos de temperatura	Operación (recomendada) 15 C a 25 C
	Almacenamiento: -20 C a 40 C
Voltaje a flote	2.25 V a 25 C
Corriente de carga máxima	2.5 A
Voltaje de ecualización	2.35 Volts a 2.40 Volts a 25 C
Autodescarga	La capacidad residual es mas de 90% luego de 90 días a 25 C
Tipo de terminal	M6 Hembra
Torque sobre terminal	10+- Nm
Material contenedor	ABS (Opcional Vo)

Fuente: manual técnico de la batería.

- Inversor: es el encargado de cambiar el voltaje de entrada de corriente continua (DC) en este caso 24 V, a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna (AC) 110 V. En el sistema es utilizado un inversor de 24 V y 1 500 W marca Royal Power.

Figura 11. **Inversor marca Royal Power**



Fuente: <http://invertersreview.com/category/12-volt-power-inverters/>. Consulta: 26 de febrero de 2014.

Tabla II. **Especificaciones técnicas inversor Royal Power**

Eficiencia óptima	arriba de 95%
Voltaje de entrada	10.5 - 15 VDC
Alarma de bajo voltaje	Si
Apagado por sobre carga	Si
Apagado por calentamiento	Si
Tomacorrientes AC	3
Garantía	1 año
Peso	7.8 lb
Dimensiones	7.5 x 3.0 x 11.5 pulgadas

Fuente: Royal Power Inverters.

- Controlador: es el componente que controla y regula la carga de la batería para evitar que se sobre cargue, manteniéndola con la carga óptima.

Figura 12. **Controlador de carga marca PWM**



Fuente: <http://www.sunwindproducts.com/Products/ChargeControllers/ChargeControllers.html>.

Consulta: 26 de febrero de 2014.

Tabla III. **Especificaciones técnicas controlador de carga solar PWM**

Corriente de carga	hasta 30 A
Voltaje	12/24 V
Temperatura de funcionamiento	de -35 a +55 C
Protección por sobre voltaje	17 V

Fuente: PWM Solar Products.

- Cable eléctrico conductor

Figura 13. **Cable conductor**



Fuente: condumex.com.mx. Consulta: 2 de marzo de 2014.

- Cargadores: 10 distintos tipos de cargadores en una rama, 4 conexiones de electricidad para laptop, 2 salidas extras para carga de teléfonos con más demanda, BlackBerry, Samsung y Nokia.

Figura 14. **Multicargador**



Fuente: www.dowdon.com. Consulta: 2 de marzo de 2014.

Tomacorrientes: se instalarán 4 tomacorrientes dobles

Figura 15. **Tomacorriente doble**



Fuente: www.celasa.com.gt. Consulta: 2 de marzo de 2014.

2.2.4. Especificaciones técnicas y de seguridad

- Producción eléctrica de 750 W/día
- Potencia de salida del sistema de paneles de 150 W máxima
- Controlador de carga de 10 Amp
- Inversor de voltaje de 400 W
- Tiempo promedio de carga de las baterías de 8 horas
- No conectar dispositivos electrónicos más que los indicados
- No utilizar regletas
- Mientras se carguen los dispositivos, no hacer uso de ellos
- Mantener limpia el área de uso de la estación de carga

2.2.5. Mantenimiento preventivo

Mantenimiento de placas solares

Muchos se habla de las placas solares en relación a sus beneficios en el desarrollo de una forma de energía sustentable, sin embargo, hay un punto crucial al que por lo general no se hace referencia. Su mantenimiento, ¿En qué consiste el mantenimiento de placas solares?

Por lo general, la labor de mantenimiento de las placas solares se trata de operaciones de carácter visual y verificación de actuaciones que cuando se aplican al sistema permiten mantener su funcionamiento dentro de límites aceptables garantizando también sus prestaciones, protección y durabilidad.

Lógicamente si las placas solares se encuentran bien diseñadas y especialmente instaladas, su mantenimiento será bastante fácil y mucho más barato que si tuvieran un diseño complejo e inaccesible.

Sin embargo, esto no quiere decir que no se tenga que hacer una inspección y mantenimiento de las placas solares de manera periódica para garantizar que los módulos funcionen correctamente.

Consejos para el mantenimiento de placas solares

Lógicamente la sobrecarga o descuido de las instalaciones puede llegar a ocasionar averías. Por esta razón es tan importante llevar a cabo un uso razonable de las mismas. Si el equipo se encuentra a fácil acceso, siempre es conveniente observar si existe alguna anomalía, como por ejemplo pueden ser pérdidas de agua, aislamiento roto, indicios de corrosión o humedad dentro del captador, etc.

También puede ocurrir que la temperatura del panel no se incremente en un día soleado. Esta puede ser también una causa de avería y puede requerir del mantenimiento de las placas solares.

Si se nota que algo no está funcionando con nuestras placas solares lo primero que se tendrá que hacer será una lista de las posibles causas; indicios de lo que se crea que anda mal. Ya sea de fácil o de difícil acceso, se tendrá que evitar el hecho de realizar nosotros mismos manipulaciones en la instalación.

Si existe un problema fuera de nuestro alcance se solicitará soporte técnico a personal capacitado para realizar el trabajo de mantenimiento.

Mantenimiento de una instalación solar fotovoltaica

Las instalaciones solares fotovoltaicas, en su conjunto, son fáciles de mantener. Sin embargo, una instalación que no tenga el mantenimiento adecuado fácilmente tendrá problemas en un plazo más o menos corto.

Hay tareas de mantenimiento que de no llevarse a cabo conducirán simplemente a una reducción del rendimiento de la instalación, pero la omisión de otras podrían provocar el deterioro de algunos de los elementos o el acortamiento de su vida útil.

Por todo lo anterior hay un conjunto de tareas que pueden ser realizadas perfectamente por el encargado de mantenimiento para alargar la vida útil de estos sistemas.

El mantenimiento básico del panel solar fotovoltaico comprende las acciones siguientes:

- A. Limpiar sistemáticamente la cubierta frontal de vidrio del panel solar fotovoltaico (se recomienda que el tiempo entre una limpieza y otra se realice teniendo en cuenta el nivel de suciedad ambiental.)

La limpieza debe efectuarse con agua y un paño suave; de ser necesario, emplee detergente.

Figura 16. **Limpieza panel solar (paso a)**



Fuente www.prosolar.com. Consulta: 3 de marzo de 2014.

- B. Verificar que no haya terminales flojos ni rotos, que las conexiones estén bien apretadas y que los conductores se hallen en buenas condiciones.

Figura 17. **Limpieza panel solar (paso b)**



Fuente www.prosolar.com. Consulta: 3 de marzo de 2014.

- C. Verificar que la estructura de soporte esté en buenas condiciones. En caso de que esta no se encuentre protegida contra el intemperismo (es decir, que no sea de aluminio, acero inoxidable o galvanizado) dar tratamiento con pintura anti óxido.

Advertencia

Nunca tratar de limpiar suciedades en la cubierta frontal del panel solar fotovoltaico con objetos cortantes o punzantes que puedan dañarlo.

A continuación se presenta el mantenimiento preventivo de los accesorios que conforman la estación de carga solar para dispositivos electrónicos.

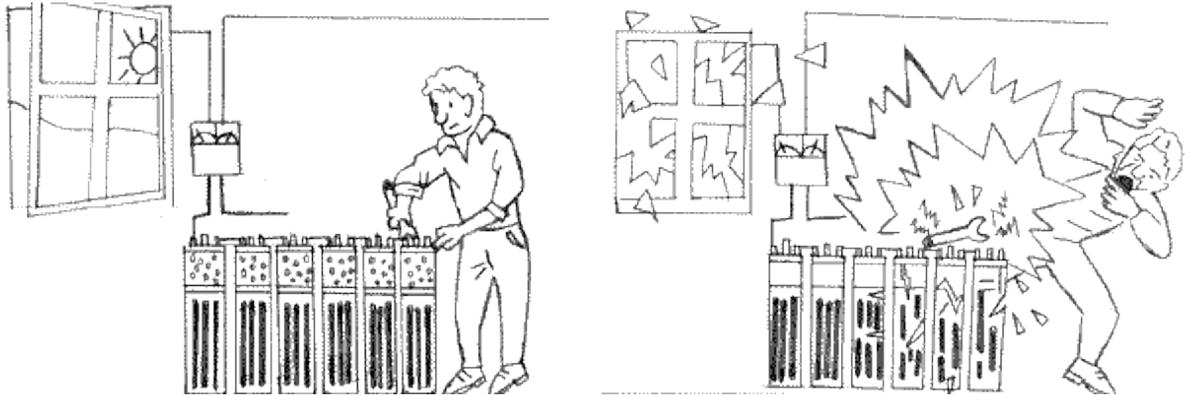
Mantenimiento de baterías

Las baterías son el elemento de los sistemas solares fotovoltaicos de pequeña potencia que representa mayor peligro para cualquier persona necesitada de manipularla (aunque sea para un mantenimiento básico), tanto por sus características eléctricas como por las químicas. Por tanto, antes de brindar las reglas de mantenimiento básico se exponen los riesgos fundamentales que pueden ocurrir, así como algunas recomendaciones y consideraciones que deben tenerse en cuenta para evitar accidentes.

Riesgos del electrólito

El electrólito utilizado en las baterías de acumulación de plomo-ácido (comúnmente usadas en estos sistemas) es ácido diluido, el cual puede causar irritación e incluso quemaduras al contacto con la piel y los ojos.

Figura 18. **Mantenimiento de baterías**



Fuente: www.solarenergy.com. Consulta: 4 de marzo de 2014.

El contacto accidental de los bornes con una herramienta metálica puede provocar una chispa que haría explotar el hidrógeno que desprenden las baterías durante el proceso de carga.

Los procedimientos siguientes ayudarán a evitar daños personales y disminuir sus efectos:

Si por alguna razón el electrólito hace contacto con los ojos se deben enjuagar inmediatamente con abundante agua durante un minuto, manteniendo los ojos abiertos. Si el contacto es con la piel, lave inmediatamente con abundante agua la zona afectada. En ambos casos, después de esta primera acción neutralizadora, solicite rápidamente atención médica.

Riesgos eléctricos

La batería puede presentar riesgos de cortocircuitos. Se recomienda al manipularlas observar las siguientes reglas:

- Quítese relojes, anillos, cadenas u otros objetos metálicos de adorno personal que pudieran entrar en contacto accidentalmente con los bornes de la batería de acumulación.
- Siempre que las necesite, use herramientas con mangos aislados eléctricamente.

Riesgos de incendio

Las baterías de acumulación presentan riesgos de explosión y por consiguiente de incendio, debido a que generan gas hidrógeno; se recomienda lo siguiente:

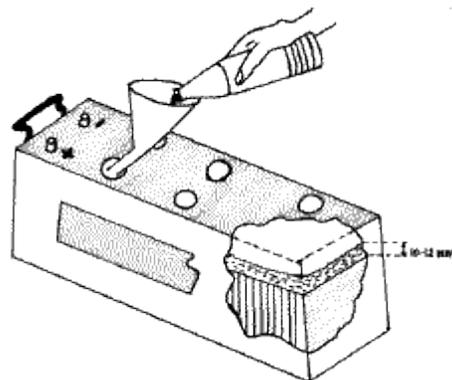
- Proporcione una buena ventilación en el lugar de ubicación de la batería de acumulación para evitar acumulación de gases explosivos.
- No fume en el área donde está ubicada la batería de acumulación, ni prenda chispas para observar el nivel del electrólito.
- Mantenga el área de la batería de acumulación fuera del alcance de llamas, chispas y cualquier otra fuente que pueda provocar incendio.
- No provoque chispas poniendo en cortocircuito la batería para comprobar su estado de carga, pues también puede provocar explosión.

Mantenimiento básico

El mantenimiento básico de la batería de acumulación comprende las siguientes acciones:

- Verificar que el lugar de ubicación de las baterías esté bien ventilado y que las baterías se encuentren protegidas de los rayos solares.
- Mantener el nivel de electrolito en los límites adecuados (adicione solamente agua destilada cuando sea necesario para reponer las pérdidas ocasionadas durante el gaseo). Se recomienda, en la práctica, que siempre el electrolito cubra totalmente las placas, entre 10 y 12 mm por encima del borde superior. En caso de que la caja exterior de la batería de acumulación sea transparente y posea límites de nivel del electrolito, este se situará entre los límites máximo y mínimo marcados por el fabricante.

Figura 19. **Mantenimiento básico de baterías**

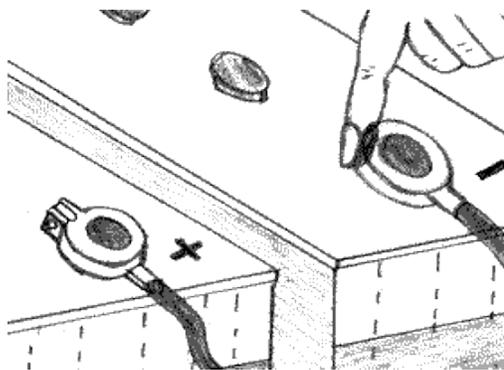


Fuente: www.solarenergy.com. Consulta: 4 de marzo de 2014.

Para mantener el nivel del electrólito en los límites establecidos solo se necesita añadir agua destilada utilizando un embudo plástico o de cristal.

- Limpiar la cubierta superior de la batería y proteja los bornes de conexión con grasa antioxidante para evitar la sulfatación.

Figura 20. **Mantenimiento baterías (limpieza de bornes)**



Fuente: www.solarenergy.com. Consulta: 4 de marzo de 2014.

Todas las conexiones de las baterías deben estar protegidas con grasa antioxidante para evitar la sulfatación.

- Verificar que los bornes de conexión estén bien apretados.
- Verificar que el uso de las baterías sea el adecuado y que su estructura de soporte esté segura y en buen estado.

Mantenimiento al controlador de carga para batería

- Mantener el controlador de carga colocado en posición correcta, lugar limpio, seco y protegido de los rayos solares.
- Chequear el funcionamiento correcto del controlador de carga. Si detecta ruidos anormales, contacte al personal especializado.
- Verificar que las conexiones estén correctas y bien apretadas.
- Chequear que el fusible de entrada esté en buen estado.
- Nota: en caso de que el controlador de carga no funcione, contacte con el personal capacitado.
- Mantenimiento al inversor o convertidor CD/CA.
- Verificar que el área de ubicación del inversor se mantenga limpia, seca y bien ventilada.
- Verificar que el inversor esté protegido de los rayos solares.
- Comprobar que el inversor funciona adecuadamente y que no se producen ruidos extraños dentro de él. En caso de que la operación sea defectuosa o no funcione, contacte al personal especializado.

Mantenimiento de equipos consumidores y cables

- Verificar que todos los empalmes y conexiones estén fuertemente apretados para evitar falsos contactos, y protegidos adecuadamente con cinta aislante.

Recomendaciones y consejos útiles

- Desconectar los dispositivos móviles en los días de tormentas eléctricas fuertes para evitar que una descarga atmosférica pueda averiarlos.
- No conectar al sistema equipos electrodomésticos o de otro tipo que no hayan sido considerados en el diseño, sin consultar al encargado de la estación de carga, ya que una sobrecarga por consumo excesivo puede provocar su mal funcionamiento.
- No permitir que otros usuarios se conecten a su instalación (no hacer tendederas).
- No conectar equipos de potencia superior a la del inversor CD/CA, pues esta sobrecarga puede dañarlo.
- Almacenar el agua destilada en recipientes plásticos o de cristal; siempre que vaya a añadir agua destilada a la batería, use también embudo de plástico o cristal (en ningún caso emplee recipientes metálicos).
- Una vía para recolectar agua destilada es en los días de lluvia. Una vez que comience a llover, esperar de 10 a 15 minutos y luego coloque un

recipiente abierto, de plástico o cristal, al aire libre. Nunca recolecte agua de techos, canaletas y otros medios.

- No utilizar, en sustitución del agua destilada para rellenar la batería, agua de río, hervida u otro tipo que no sea la recomendada, ya que esto daña la vida útil de la batería.
- Observar regularmente en los indicadores lumínicos del controlador de carga y en caso de notar que alguno de ellos no enciende, contacte inmediatamente al personal especializado.
- Recordar siempre que en los sistemas fotovoltaicos, como la energía es limitada, se hace mucho más necesario el ahorro al máximo. Por tanto, no mantenga equipos móviles encendidos innecesariamente.

2.2.6. Vida útil

La vida útil de la estación de carga de dispositivos electrónicos móviles, está regida por la durabilidad de sus componentes, los cuales según el cuidado y las condiciones ambientales pueden prolongar o disminuir el tiempo promedio de vida.

La vida útil promedio de las baterías es de 12 años según los datos del fabricante, los paneles tienen una vida útil hasta de 30 años.

Las características ambientales en dónde se encuentre instalado el sistema y su constante chequeo de componentes recomendado por el fabricante pueden ayudar a prolongar su funcionamiento.

Para efecto del estudio realizado en este proyecto se tomará como tiempo de vida útil de 30 años para la estación de carga, teniendo en cuenta una reserva del mismo número de baterías que estarán disponibles para cuando se necesiten.

3. ESTUDIO ADMINISTRATIVO-LEGAL

3.1. Legislación y normativa existente en el marco actual referente al desarrollo de las zonas rurales aisladas (zra's)

El Estado de Guatemala se organiza para proteger a la persona y a la familia; su fin supremo es la realización del bien común. El deber del Estado es garantizar a los habitantes de la República la vida, justicia, seguridad, paz y el desarrollo integral de la persona.

También garantiza y protege la vida humana desde su concepción, así como la integridad y la seguridad de la persona. En Guatemala todos los seres humanos son libres e iguales en dignidad y derechos. El hombre y la mujer, cualquiera que sea su estado civil, tiene iguales oportunidades y responsabilidades. Ninguna persona puede ser sometida a servidumbre ni a otra condición que menoscabe su dignidad. Los seres humanos deben de guardar conducta fraternal entre sí.

Actualmente la participación directa del Estado en el mercado eléctrico, (aparte de ser ente regulador), solamente existe en cuanto a la participación de las Empresas Eléctricas Municipales (EEM) y a las funciones de transmisión y generación de energía eléctrica del Grupo INDE, ETCEE y EGEE, ambas propiedad del Estado.

Hoy día existen dieciséis empresas eléctricas municipales, las cuales hacen principalmente la función de distribución del servicio de energía eléctrica en sus cabeceras municipales.

Los requerimientos de calidad en el servicio que establece la Ley General de Electricidad, bajo la amenaza de ser sancionadas en caso de incumplimiento, obligan a los actores del mercado eléctrico a realizar fuertes inversiones, que muchas veces las EEM no están en capacidad de afrontar.

De las dieciséis empresas eléctricas municipales únicamente cuatro de ellas tienen capacidad de generación eléctrica: Empresa Eléctrica Municipal de Quetzaltenango con la planta hidroeléctrica Zunil, Empresa Eléctrica Municipal de San Marcos con la pequeña central hidroeléctrica La Castalia, Empresa Eléctrica Municipal de Retalhuleu con la Planta Ocosito, de los cuales 693 kW es de energía hidroeléctrica y 780 kW de energía térmica, y Empresa Eléctrica Municipal de Santa Eulalia en el departamento de Huehuetenango con una pequeña central hidroeléctrica.

Constitución Política de la República de Guatemala. Artículo 44. Derechos Inherentes a la Persona Humana. Los derechos y garantías que otorga la Constitución no excluyen otros que, aunque no figuren expresamente en ella, son inherentes a la persona humana. El interés social prevalece sobre el interés particular.

El bien jurídico tutelado, es que el interés social que prevalece sobre el interés particular; lo que implica que cualquier obstáculo que se pudiera presentar para el desarrollo de electrificación rural en zonas aisladas, hay que considerar el interés social.

Artículo 118. Principios del Régimen Económico y Social. El régimen económico y social de la República de Guatemala se funda en principios de justicia social. Cuando fuere necesario, el Estado actuará complementando la iniciativa y la actividad privada, para el logro de los fines expresados.

Dentro de estos principios se podría considerar elevar el nivel de vida de todos los habitantes del país, procurando el bienestar de la familia, en los que puede participar la iniciativa y la actividad privada.

Artículo 119. Obligaciones del Estado. Impulsar activamente programas de desarrollo rural que tiendan a incrementar y diversificar la producción nacional.

Otra de las obligaciones del Estado es crear las condiciones adecuadas para promover la inversión de capitales nacionales y extranjeros. Para el desarrollo de estos programas es importante que las comunidades cuenten con electricidad, para facilitar los programas de desarrollo rural.

Ley de Desarrollo Social. Artículo 1. Tiene por objeto la creación de un marco jurídico que permita implementar los procedimientos legales y de políticas públicas para llevar a cabo la promoción, planificación, coordinación, ejecución, seguimiento y evaluación de las acciones gubernativas y del Estado, encaminadas al desarrollo de la persona humana en los aspectos social, familiar, humano y su entorno, con énfasis en los grupos de especial atención.

Este artículo establece la premisa de que el acceso al desarrollo es un derecho inalienable de la persona.

Artículo 10. Obligación del Estado. Evaluar y adecuar periódicamente los planes, programas y políticas de desarrollo económico y social, con el fin de asegurar que las políticas públicas cumplan con el mandato constitucional de promover el desarrollo integral de la población. Integrar los grupos en situación de vulnerabilidad y marginados al proceso de desarrollo nacional.

Las premisas que se establecen, de desarrollo social, económico y cultural de la población, es la condición para que las personas accedan a una mejor calidad de vida y que para el logro de los objetivos establecidos en la constitución política de la República y demás leyes y tratados, es necesario generar una política integral de desarrollo que contenga planes y programas a mediano y largo plazo que permitan acciones gubernamentales coordinadas con la sociedad en general para alcanzar el bien común de la población.

Ley de Desarrollo Social. Artículo 16. Sectores de Especial Atención. Los planes y programas de desarrollo social y población destinarán acciones y medidas específicas para atender a las áreas precarias. Para su ejecución, el Estado asignará los recursos humanos, técnicos y financieros necesarios para lograr el desarrollo de las personas y las familias que forman parte de estas áreas.

3.1.1. Revisión del marco legal existente relacionado con electrificación rural y el desarrollo de las zonas rurales aisladas

Actualmente las funciones sustantivas del Ministerio de Energía y Minas (MEM) se encuentran establecidas en el Artículo 34 del Decreto Número 114-97, Ley del Organismo Ejecutivo, en el que se define que este Ministerio atenderá lo relativo al régimen jurídico aplicable a la producción distribución y comercialización de la energía, los hidrocarburos, y la explotación de los recursos mineros. En este sentido, el MEM es el responsable de formular y coordinar las políticas concernientes a las tres áreas de su competencia; sin embargo, es preciso mencionar que, a partir de la promulgación de la Ley General de Electricidad (LGE) en 1 996, se tienen otras instancias que lo conforman, como se verá más adelante.

El subsector eléctrico, en la actualidad se rige por la LGE, Decreto Número 93-96 y se desarrolla en un esquema de descentralización de las actividades de generación, transporte, comercialización y distribución de energía eléctrica; donde el desarrollo simultáneo de las actividades es realizado a través de empresas o personas jurídicas diferentes.

Esta misma ley determina los aspectos asociados a la rectoría, la regulación y la coordinación comercial de las actividades del subsector, y define como autoridad máxima y ente rector al MEM, encargado de formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos relativos al subsector eléctrico y aplicar la ley y su reglamento. Las otras instancias que funcionan en el subsector, son: la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) y el Administrador del Mercado Mayorista (AMM).

En el sector de energía renovable, el Decreto Número 52-2 003, Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable declara de urgencia e interés nacional el desarrollo racional de los recursos energéticos renovables y ordena al MEM, estimular, promover y crear condiciones adecuadas para el fomento de inversiones que se hagan con ese fin. En tal sentido, el Ministerio ha realizado acciones tendientes a la promoción de este tipo de proyectos en el interior del país, a través de proyectos como la instalación de paneles solares fotovoltaicos, torres de medición eólicas, la participación en la Comisión de combustibles de origen leñoso y la reciente conformación de la Comisión Nacional de Biocombustibles.

3.2. Regulaciones y normas internacionales de energía eléctrica

Normas internacionales ISO e IEC.

El campo de la normalización internacional se inició en el área electrotécnica en 1906, año en el que fue creada la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), cuya sede se encuentra en Ginebra, Suiza.

Fundada como resultado del Congreso Eléctrico Internacional que se llevó a cabo en la ciudad de St. Luis, USA en 1904. Durante el mismo fue tomada una resolución que señaló la necesidad de crear una comisión mundial que desarrollara y publicara normas para el sector eléctrico, electrónico y las tecnologías relacionadas con los mismos.

La participación activa como miembro de la IEC brinda a los países inscritos la posibilidad de influir en el desarrollo de la normalización internacional, representando los intereses de todos los sectores nacionales involucrados y conseguir que sean tomados en consideración. Asimismo, constituyen una oportunidad para mantenerse actualizados en la tecnología de punta en el ámbito mundial.

Existen tres formas de participación ante la IEC: como miembro pleno, miembro asociado o como miembro pre asociado.

Normas ISO e IEC

NOM-001-SCFI-1993 Aparatos electrónicos de uso doméstico alimentados por diferentes fuentes de energía eléctrica - Requisitos de seguridad y métodos de prueba para la aprobación de tipo.

NOM-016-SCFI-1993 Aparatos electrónicos de uso en oficina y alimentados por diferentes fuentes de energía eléctrica - Requisitos de

seguridad y métodos de prueba. (Se ratifica por cinco años según resolución publicada en el D. O. F. el 29/06/2 005).

NOM-019-SCT3-2001. Que establece las restricciones para la operación de teléfonos celulares y aparatos electrónicos a bordo de las aeronaves.

NOM-024-SCFI-1998. Información comercial para empaques, instructivos y garantías de los productos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos. (Esta Norma cancela a la NOM024-SCFI-1994).

PROY-NOM-079-SCT1-1994. Componentes electromecánicos para equipos electrónicos.

La misión de la IEC es promover entre sus miembros la cooperación internacional en todas las áreas de la normalización electrotécnica. Para lograr lo anterior, han sido formulados los siguientes objetivos:

- Conocer las necesidades del mercado mundial eficientemente.
- Promover el uso de sus normas y esquemas de aseguramiento de la conformidad a nivel mundial.
- Asegurar e implementar la calidad de producto y servicios mediante sus normas.
- Establecer las condiciones de intemperabilidad de sistemas complejos.
- Incrementar la eficiencia de los procesos industriales.
- Contribuir a la implementación del concepto de salud y seguridad humana.
- Contribuir a la protección del ambiente.

A la fecha la IEC cuenta con 57 miembros, cada uno de ellos representando a un país, y que en conjunto constituyen el 95 % de la energía eléctrica del mundo.

Este organismo normaliza la amplia esfera de la electrotécnica, desde el área de potencia eléctrica hasta las áreas de electrónica, comunicaciones, conversión de la energía nuclear y la transformación de la energía solar en energía eléctrica.

Esencialmente la IEC enfoca su atención a la existencia de un lenguaje técnico universal, que comprenda definiciones, símbolos eléctricos y electrónicos o unidades de medición, rangos normalizados, requisitos y métodos de prueba, características de los sistemas como tensión e intensidad y frecuencia, requisitos dimensionales, requisitos de seguridad eléctrica, tolerancias de componentes de equipo eléctrico y electrónico, entre otros.

El trabajo de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) es llevado a cabo por Comités Técnicos (104), Subcomités y Grupos de Estudio Ad Hoc y su trabajo se refleja finalmente como normas internacionales o guías. Durante 1997 la IEC publicó 437 Normas Internacionales.

Asimismo, la IEC tiene grupos de cooperación mutua con la Organización Internacional de Normalización (ISO) y con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), entre otros, así como grupos conjuntos de trabajo tales como el ISO/IEC JTC 1 "Tecnología de la información".

La cuna de calidad en 1970 la ISO, inicio su contribución al desarrollo de un sistema de calidad para los laboratorios de medición, al integrarse formalmente junto con la Comisión Electrotécnica Internacional IEC.

Misión de la ISO y la IEC.

Establecer criterios y normas internacionales para la evaluación de conformidad para poder otorgar el reconocimiento a los laboratorios.

Guía ISO e IEC 025

En 1972 el Comité la emitió para algunos laboratorios de Europa y países desarrollados.

Otros continentes iniciaron su implantación, para tener un modelo de calidad en todos sus laboratorios.

Enfoque de la guía ISO e IEC 025.

Establecer los sistemas de calidad en los laboratorios. Reconocer su competencia técnica, promover la confianza de los clientes. Validar los resultados de los laboratorios entre países eliminando barreras técnicas al comercio.

3.3. Normativa de energía eléctrica en Guatemala

Ver Ley General de Electricidad en anexos.

3.4. Métodos de manejo del equipo

La estación solar para carga eléctrica de equipo electrónico móvil, está diseñada para que las personas interesadas o beneficiados puedan hacer uso de ella sin ningún problema y a su vez sepan valorar la tecnología de punta como un instrumento de apoyo al desarrollo humano rural sin temor al cambio pensando que es dañino para el entorno que les rodea.

A continuación se detalla de forma idónea los métodos de manejo de la estación solar de manera que el equipo que conforma en su magnitud pueda tener su tiempo de vida ya establecido por la casa quien los fabrica y así se pueda aprovechar al máximo los beneficios que esta obsequia a sus interesados.

Método de instalación

La instalación de la estación solar para carga eléctrica de equipo electrónico móvil es muy sencilla ya que cuenta con pocas partes de acople para el inicio de su funcionamiento.

Pasos a realizar para la instalación de la estación solar:

- Los paneles solares de 75 W se conectan en paralelo buscando el mejor ángulo de recepción a los rayos del sol.

Figura 21. **Colocación de los paneles solares**



Fuente: elaboración propia, con base en el programa Adobe InDesign.

- El controlador se instala por medio de cables de conducción eléctrica calibre #06, desde la base de salida de las celdas fotovoltaicas a la entrada de corriente del mismo.

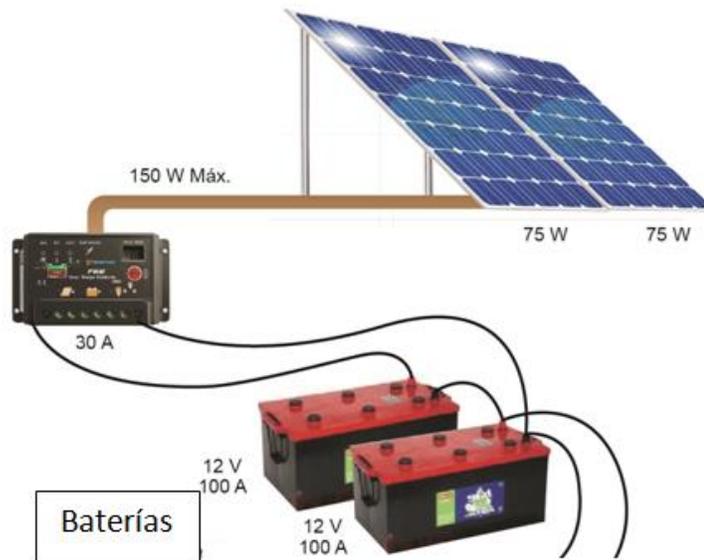
Figura 22. **Colocación del controlador**



Fuente: elaboración propia, con base en el programa Adobe InDesign.

- Al controlador se conectan las baterías, las cuales a su vez están conectadas en paralelo por medio de cables de conducción eléctrica calibre #06.

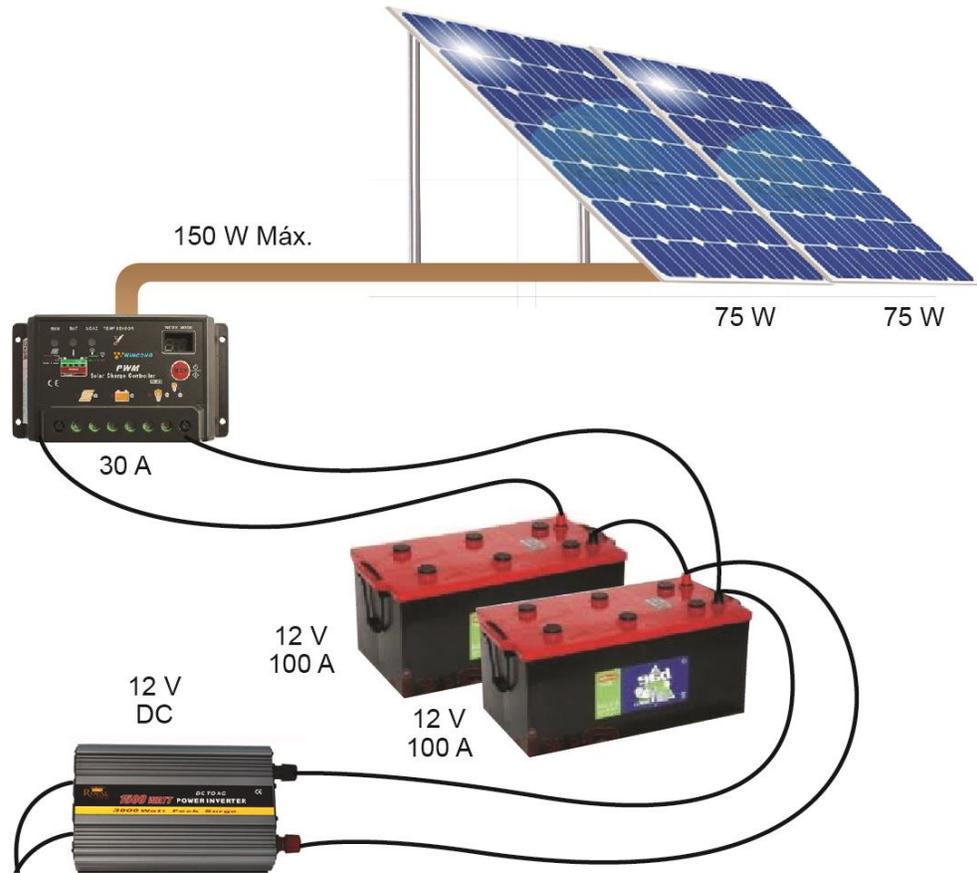
Figura 23. **Colocación de baterías**



Fuente: elaboración propia, con base en el programa Adobe InDesign.

- Estas se conectan al inversor por medio de cables de conducción eléctrica calibre #06, que recibirá un voltaje de entrada de 12 V y tendrá un voltaje de salida de 120 V, necesarios para hacer funcionar la estación de carga.

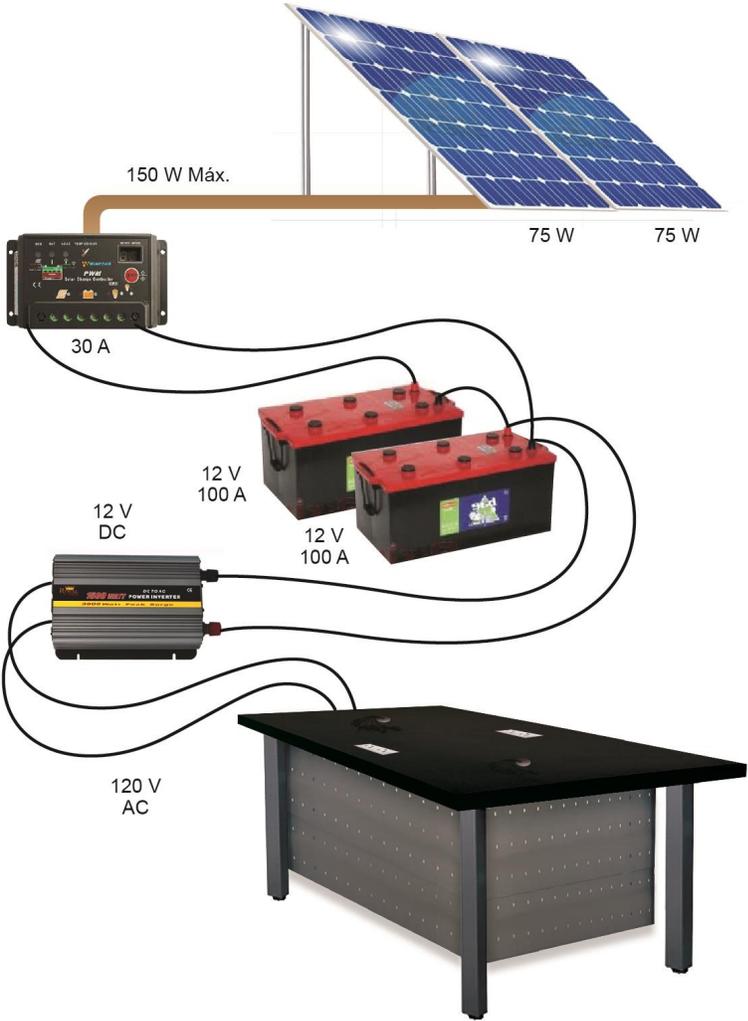
Figura 24. Colocación del inversor



Fuente: elaboración propia, con base en el programa Adobe InDesign.

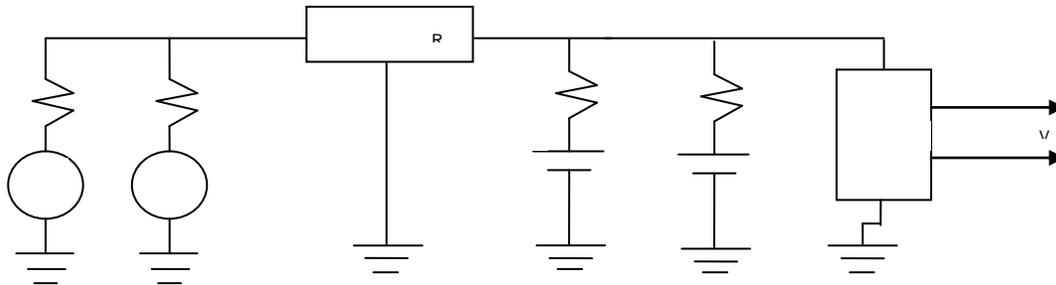
- Del inversor saldrá un voltaje de 120 V; estos harán funcionar la estación solar para carga eléctrica de equipo electrónico móvil, la posinstalación dentro de ella se hará por medio de cable de conducción eléctrica calibre #10 para las unidades según se requieran colocar para el uso de los beneficiados. Por último, la instalación debe de quedar semejante a la ilustración siguiente:

Figura 25. **Instalación correcta de la estación solar**



Fuente: elaboración propia, con base en el programa Adobe InDesign.

Figura 26. **Diagrama eléctrico estación solar**



Fuente: elaboración propia, con Circuit Maker.

Método de seguridad del equipo

Para una mayor seguridad de la estación solar de carga eléctrica de dispositivos electrónicos móviles es necesario tomar en cuenta factores que puedan llegar a ser impactantes durante el proceso de la generación y distribución de energía, a una óptima capacidad, para la cantidad de dispositivos calculados por el tiempo de carga en las baterías en la estación solar.

Por seguridad y resguardo del equipo y del personal que lo manipula, es fundamental que se cumplan con algunas medidas de seguridad interna ya establecidas por el creador de la estación solar; para efecto del presente diseño se enumeran las siguientes:

- Señalización del lugar donde se encuentra ubicada la estación de carga solar de dispositivos electrónicos móviles.
- No colocar más del número de dispositivos permitidos para su carga.

- No se permite el ingreso de alimentos y bebidas al área de la estación de carga.
- Se prohíbe manipular las unidades que conforman al equipo.
- Durante la carga de los dispositivos electrónicos móviles estos deben permanecer apagados.
- Sentarse de la mejor manera de no lastimar y deteriorar el equipo.
- Solo se permite la carga de un dispositivo electrónico móvil por persona.
- En caso de alguna falla de la estación de carga, los interesados no deben intentar solucionar el problema, sino dar aviso para que los expertos lo solucionen.
- No se permite el ingreso de niños menores a diez años.
- Mientras se cargan los dispositivos electrónicos móviles, los beneficiados no deben utilizar la estación de carga solar como mesa de reunión y conversación.

Método de mantenimiento

Mantenimiento son todas las acciones que tienen como objetivo que el equipo funcione en óptimas condiciones, estos fueron mencionados en el capítulo dos del presente proyecto. Estas acciones incluyen la combinación de las actividades técnicas y administrativas correspondientes.

Figura 27. **Mantenimiento fraccionado**



Fuente: elaboración propia.

Para afines del presente diseño de estación de carga solar, quedó explicado de la mejor manera en el capítulo dos, donde se explica paso a paso la forma correcta de aplicar los distintos tipos de mantenimientos que se pueden ejercer en el equipo sin dañarlo y así cumplir con el tiempo de vida de los componentes que la conforman según sus fabricantes.

4. ESTUDIO AMBIENTAL

4.1. Consumo eléctrico de los dispositivos portátiles

Los teléfonos móviles, agendas electrónicas, ordenadores portátiles, reproductores de audio y vídeo, son una herramienta de trabajo, estudio y diversión que día a día las nuevas generaciones las necesitan para satisfacer sus necesidades personales y esto conlleva a tener las baterías de los dispositivos móviles con una carga admisible para el óptimo funcionamiento de estos y para ello es necesario consumir un gran porcentaje de energía eléctrica ya sea a base de combustible o por medio del vital líquido agua, y es así que con el tiempo los recursos naturales se van agotando ya que el hombre no mide las consecuencias que este mal traerá en un futuro no muy lejano.

En la actualidad hay empresas que se están dedicando a ayudar al planeta proponiendo métodos confiables como la energía renovable o energía verde que es a base de los recursos que la naturaleza proporciona, haciendo el buen uso de ellos no solo se ayudará al desarrollo sostenible del planeta sino a minimizar los riesgos de distintas enfermedades que surgen por la contaminación que invade excesivamente.

Los cargadores electrónicos son ya un electrodoméstico imprescindible en cualquier lugar y con ellos se puede ahorrar energía respetando el medioambiente, utilizando nuestra estación de carga por medio de paneles fotovoltaicos se estará no solo minimizando los costos por consumo eléctrico que se paga a la empresa privada sino se estará dando un gran paso al auxilio del planeta utilizando energía pura.

Normalmente el cargador maneja un voltaje de 4,5 voltios de corriente directa (VDC) y una corriente de 500 ma a 900 ma como máximo. Suponiendo 500 ma el cargador entregara de energía al celular 2,25 W/H aproximadamente.

El cargador conectado al celular consumirá de la red aproximado 110 W/H. Para que circule corriente tiene que haber una carga conectada a la red, el cargador conectado solamente sin el celular tiene un consumo casi despreciable.

A continuación se presenta algunos ejemplos de dispositivos con sus respectivos consumos de energía eléctrica sin estar trabajando:

Tabla IV. **Especificaciones cargador y consumo**

Cargador	Consumo [mA]
Mini USB	0,35
Nokia (antiguo)	0,44
Nokia	0,07
Otro (desconocido)	0,37

Fuente elaboración propia.

Aunque el consumo es pequeño es decisión de cada persona desconectar los cargadores o no, también hay que tener en cuenta que, al circular corriente, se produce un pequeño calentamiento en el cargador que hace que los componentes disminuyan su vida útil y este a la vez produzca desperdicios que van directamente a la naturaleza.

Para un mejor entendimiento del origen de los valores que se presentan a continuación se dará a conocer la siguiente fórmula para poder calcular los Watt consumidos.

Watt = amperios x voltios

Amperios= Watt / voltios

Voltios=Watt / amperios

Con base en una pequeña investigación de mercado, la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), dio a conocer la siguiente información de sus servicios a base de tarifas y costos hasta el mes de febrero del 2013, los cuales son:

Si existe un consumo de 0 a 50 kW/H el precio por 1kW/H es igual a 0,50 centavos de quetzal.

Si existe un consumo de 51 a 100 kW/H el precio por 1kW/H es igual a 0,75 centavos de quetzal.

Si existe un consumo de 101 a 300 kW/H el precio por 1kW/H, los primeros 100 kW es igual a 1 quetzal con 0,75 centavos de quetzal.

Si existe un consumo de 101 a 300 kW/H el precio por 1kW/H, los segundos 100 kW en adelante es igual a 1 quetzal con 0,89 centavos de quetzal.

Teniendo en cuenta los costos por kw/H que cobra la empresa privada se podrá dar un valor aproximado en quetzales por energía eléctrica consumida, para efecto del proyecto lo se aplicará a los dispositivos con el cual se logrará la satisfacción inmediata a los beneficiados, utilizando el promedio de los cuatro costos anteriores como el valor por kw/h será igual a 1 quetzal con 0,22 centavos de quetzal. A continuación se presentan los consumos de energía eléctrica por los posibles dispositivos electrónicos que se pondrán a cargar con energía solar:

Tabla V. Especificaciones dispositivo, costo y demanda

Tipo del dispositivo móvil	Capacidad de batería (amperios)	Capacidad de batería (voltios)	Capacidad de batería (Watt)	Capacidad de batería (kW)	Tiempo de carga del dispositivo en horas	Precio en Q por kW-hr	Aproximado a pagar (Q)
Samsung	2,1	3,8	7,98	0,00798	3	1,22	0,0032452
iPhone	1,4	3,7	5,18	0,00518	5	1,22	0,00126392
Sony	0,750	3,7	2,775	0,002775	3	1,22	0,00211285
HTC	1,4	3,7	5,18	0,00518	2,5	1,22	0,002527840
Nokia	1,2	3,7	4,4	0,0044	2	1,22	0,002684
BlackBerry	1,27	3,7	4,699	0,004699	2,5	1,22	0,002293551
Motorola	2,53	3,7	9,361	0,009361	2,5	1,22	0,004568168
Gig	2,1	3,8	7,98	0,00798	3	1,22	0,0032452
Alcatel	1,8	3,7	6,66	0,00666	3	1,22	0,0027084
Ordenador portátil	3,5	18,5	64,75	0,06475	4	1,22	0,01974875
TOTAL	18,05	52	118,965	0,118965	30,5	12,2	0,0475863

Fuente elaboración propia.

En la tabla anterior se mencionan diez diferentes tipos de dispositivos electrónicos que se pondrán a cargar en la estación de carga por medio de paneles fotovoltaicos, haciendo un énfasis que en cada consumo que aparece es por cada diez estudiantes que estarán recargando los dispositivos al mismo tiempo.

4.2. Beneficios del uso de la estación solar

El uso de paneles solares es una forma muy práctica para producir electricidad para muchas aplicaciones. Vivir fuera de la red significa vivir en un lugar que no sea abastecido por la red de servicio eléctrico principal. Las inmuebles a distancia aprovechan muy bien los beneficios de los sistemas de energía solar. Un sistema eléctrico solar es potencialmente menos costoso y puede suministrar energía por más de tres décadas si se mantienen adecuadamente.

Además del hecho de que los paneles solares hacen posible vivir fuera de la red, el mayor beneficio de la utilización de la energía solar puede ser lo amigable con el medio ambiente y una fuente de energía renovable y limpia. Con la llegada del cambio climático global, se ha vuelto más importante que se haga todo lo posible para reducir la presión sobre nuestra atmósfera debido a la emisión de gases de efecto invernadero.

Los paneles solares no tienen partes móviles y requieren poco mantenimiento. Son una construcción resistente y dura décadas, se les da el mantenimiento suficiente.

El último beneficio de los paneles solares, pero no menos importante, es que, una vez que un sistema ha pagado por sus costes de instalación inicial, la

electricidad que produce para el resto de la vida útil del sistema, lo que podría ser de hasta 15-20 años, dependiendo de la calidad del sistema, es absolutamente gratis para los propietarios de sistemas de energía solar con conexión a la red eléctrica, los beneficios comienzan desde el momento en que el sistema se instala, eliminando potencialmente el costo mensual de las facturas de electricidad o, y esta es la mejor parte, el dueño del sistema gana ingresos al venderle sus excedentes de electricidad a la compañía eléctrica.

¿Cómo? Si utiliza menos energía de lo que el sistema eléctrico solar produce, el exceso de energía se puede vender, a veces a una prima, a su compañía de servicios eléctricos.

Entre las ventajas más destacadas del uso de la energía solar se encuentra que:

- No contamina el medio ambiente ya que es una tecnología limpia.
- No perjudica la calidad del suelo ni del aire.
- Su uso ayuda a disminuir las emisiones de gases evitando el efecto invernadero.
- Se evita la contaminación acústica.
- Contribuye al desarrollo sostenible.
- Permite aprovechar la energía en zonas donde no llega el tendido eléctrico.

Los beneficios que adquirirá o adquirirán las escuelas ubicadas en los corredores secos del oriente de Guatemala con la estación de carga de equipo electrónico móvil por medio de paneles fotovoltaicos se verán reflejados principalmente en la satisfacción de quienes hagan uso de ella, teniendo en cuenta lo anterior cabe mencionar que nuestro segundo objetivo principal es la

reducción de costos (capital) por el consumo de energía eléctrica que presta la empresa privada de electrificación.

Otro beneficio que se puede destacar y que es de suma importancia como los anteriores es que hoy en día es el único sistema que puede ofrecernos un suministro de energía continuo ya que se puede utilizarlo haya sol o no.

4.2.1. Reducción de costos en la factura por consumo eléctrico

La reducción estimada de los costos de la factura por consumo eléctrico se verá reflejada en la próxima factura del mes siguiente a la instalación correcta de la estación de carga de dispositivos electrónicos por medio de paneles fotovoltaicos.

4.2.2. Ayuda al medio ambiente

Se ha demostrado en el recorrido del proyecto que solo el hecho de utilizar paneles fotovoltaicos para generar energía renovable es un paso de suma importancia para la humanidad entera, contribuyendo a las mejoras del medio ambiente reduciendo desperdicios de equipo, maquinaria y otros artículos que algunas empresas generadoras de energía utilizan para la creación de esta.

Según la teoría más difundida de que el CO₂ es el responsable del cambio climático, la energía obtenida mediante paneles solares sería una alternativa para reducir los efectos de dicho cambio debido a que proporcionan energía eléctrica sin necesidad de quemar combustibles fósiles.

Todos saben que las celdas solares son verdes y limpias, pero ¿Qué tan verdes son? No sería bueno ver en realidad algunos datos y cifras en lugar de solo escuchar frases como las celdas solares reducen los contaminantes del aire cualquiera puede decir lo mismo de cualquier producto de este tipo, se verá algunos ejemplos en datos y cifras.

Para empezar, un panel solar de 2,5 kW que es algo muy común, con 5 horas de sol podría suministrar alrededor de 380 kilovatios por mes, ahora una casa promedio, quema alrededor de 700 kilovatios de electricidad por mes.

En pocas palabras, los ahorros en electricidad ascienden a más de 300 barriles de petróleo ahorrados por año, o el kilometraje equivalente de 270,000 millas recorridas.

Al contar con este sistema se ahorran dos toneladas de carbón, que genera la misma cantidad de electricidad, de esta manera reducen la cantidad equivalente de las emisiones de lluvia ácida, y literalmente reduce todos los gases de efecto invernadero, también sería equivalente a plantar 5,000 árboles.⁴

Otra ayuda o beneficio al medio ambiente que tienen estos dispositivos de energía renovable es que se plantea como una solución para la reducción de emisiones de CO₂, con cada kilovatio de energía solar generada se deja de emitir 0,311 kg de CO₂ en la atmósfera. Tomando en cuenta estos beneficios no solo económicamente sino ecológicamente; es recomendable que nuestros líderes y/o autoridades promuevan e incentiven a la población en general a dar

⁴ <http://www.hormigasolar.com/como-las-celdas-solares-ayudan-al-medio-ambiente/>. Consulta: 7 de marzo de 2014.

uso a las nuevas tecnologías que producen energía verde para reemplazarlas en nuestra vida cotidiana.

Los paneles solares son inofensivos al medio ambiente, no generan polución y entregan energía limpia. Además, la energía solar ayuda a disminuir los gastos y a incrementar la independencia de los suministros tradicionales.⁵

Es decir, se trata de una fuente de energía limpia, ecológica y económica, ya que después de la inversión inicial que supone instalar el equipo, sólo hay que aprovechar la energía que suministra el sol de forma natural y que en nuestro país es tan abundante, puesto que el mantenimiento de estos equipos consiste simplemente en la limpieza de los paneles.

Se ha mencionado que con la implementación de la estación de carga de energía solar o energía renovable se reducirán los costos por energía eléctrica tradicional proporcionada para la empresa local, esto da a conocer que económicamente se estará mejor, analizando la reducción de costos con el medio ambiente, ¿será factible esta implementación?

Conociendo la vida útil de los artículos que conforma la estación de carga (paneles solares, baterías, inversor, controlador, cables eléctricos, multicargadores, tomacorrientes y base metálica de acero inoxidable), se determinó que se cambiarán en su mayoría los artículos antes mencionados en un tiempo no mayor a 20 años.

Los desechos que puedan surgir cabe mencionar que en su totalidad son reciclables, por lo cual no son dañinos al medio ambiente, excepto las baterías que con el tiempo empiezan a surgir problemas como los que se conoce

⁵ <http://www.irdecampings.com/bricolaje/brico28.htm>. /. Consulta: 7 de marzo de 2014.

comúnmente, las baterías contienen metales pesados y compuestos químicos, muchos de ellos perjudiciales para el medio ambiente.

Es muy importante no tirarlas a la basura (en la mayoría de los países eso no está permitido), y llevarlas a un centro de reciclado. Actualmente, la mayoría de los proveedores y tiendas especializadas también se hacen cargo de las baterías gastadas.

“Un punto muy importante a conocer para la persona encargada de hacer el mantenimiento preventivo a los paneles solares, es que estos están hechos de silicio puro, un metaloide duro con un brillo metálico que es básicamente inofensivo. Sin embargo, inhalar polvo de silicio puede causar efectos nocivos en el sistema respiratorio y puede causar silicosis, que son cicatrices que se forman en el tejido pulmonar e interfieren con el transporte de oxígeno.”⁶

Teniendo en cuenta lo descrito se demuestra que el uso de la estación de carga de dispositivos electrónicos móviles utilizando energía verde o renovable, es factible no solamente en costos sino también es una ayuda al medio ambiente en los aspectos mencionados con anterioridad.

Con la implementación de la estación de carga de energía solar en las escuelas de los corredores secos de la región del oriente del país, se debe incluir un plan de contingencia que se pueda poner en práctica al momento que ocurra un acontecimiento inesperado, generalmente se sabe que Guatemala es un país con gran actividad sísmica por lo cual es necesario tomar en cuenta la siguiente información:

⁶ Unión Popular por las Libertades Civiles en Shakapur Village, Khambat, Gujarat, India.

¿Qué hacer durante un terremoto?

Un terremoto puede durar desde unos pocos segundos hasta algo más de un minuto. Si es grande primero notará una perturbación moderada, pero luego el suelo vibrará violentamente y posiblemente perderá el equilibrio.

- Es también probable que no pueda moverse: numerosos objetos que caen, las ventanas y puertas que se abren y cierran violentamente o su propio miedo pueden impedirle avanzar.
- Independientemente de donde se encuentre, procure mantener la calma y no se deje dominar por el miedo. Con toda probabilidad su primera reacción será de sorpresa o de confusión.
- A continuación se dará cuenta que se trata de un terremoto. En ningún caso y circunstancia grite ¡ES UN TERREMOTO!, que puede alimentar el miedo de otros.
- Mejor gritar ¡A CUBIERTO! que puede ayudar a que alguien salve su vida situándose en un lugar seguro.
- Aléjese de ventanas o puertas de cristal.
- Procure meterse bajo los escritorios hasta que pase el terremoto.
- Si está en una silla de ruedas, bloquee las ruedas y cubra su cuerpo doblándose sobre sí mismo y cubriendo su cuello y cabeza con las manos, manta u otro objeto que tenga a mano.

¿Qué hacer después de un terremoto?

- Una vez que ha terminado la vibración, su respuesta va a variar dependiendo de dónde se encuentre y de los daños ocasionados. Como en los casos anteriores se va a considerar varias posibilidades.
- Si está en la oscuridad no encienda la luz o una vela. Utilice la linterna.
- Cierre el suministro de luz y agua.
- No utilice aparatos eléctricos que puedan causar chispas y abandone rápidamente el edificio.
- Si fuera necesario evacuar la escuela, háganlo todos los miembros conjuntamente. Si alguien no responde puede estar conmocionado y requerir ayuda.
- Si se queda atrapado, procure escapar entre los huecos existentes entre los escombros. Si esto no es posible, utilice un silbato para llamar la atención de los equipos de rescate. Mantenga la calma.
- Si tienen que evacuar el edificio utilicen las escaleras.
- Aléjese de cables rotos o caídos.
- No utilice el teléfono a menos que sea estrictamente necesario, puede colapsar líneas vitales de comunicación de las autoridades.

- Encienda la radio y escuche las noticias y partes de información de Protección Civil. Obedezca las instrucciones de las autoridades.
- Si no hay suministro del agua, no utilice la cadena del inodoro. El agua de su depósito puede ser muy útil.
- Procure no mover a personas gravemente heridas a menos que sea necesario, espere a que lleguen equipos de rescate.

El diseño propuesto de la estación de carga solar está compuesto de material resistente a gran cantidad de peso, en el momento que ocurrieran los hechos inesperados, los estudiantes que estén haciendo uso del equipo podrán protegerse debajo de ella, siguiendo el plan descrito anteriormente.

Beneficios ecológicos de la energía solar

La energía solar fotovoltaica, al igual que otras energías renovables, constituyen frente a los combustibles fósiles, contribuye al autoabastecimiento energético nacional y por lo tanto social, con un impacto comparativamente mucho menor que las fuentes convencionales de energía.

Los efectos de la energía solar fotovoltaica sobre los principales factores ambientales son los siguientes:

Clima: la generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica ni emisiones de CO₂ que favorezcan el efecto invernadero.

Geología: las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena, muy abundante en la naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas. Por lo tanto, en la fabricación de los paneles fotovoltaicos no se producen alteraciones en las características litológicas, topográficas o estructurales del terreno.

Suelo: al no producirse ni contaminantes, ni vertidos, ni movimientos de tierra, la incidencia sobre las características físicoquímicas del suelo o su erosionabilidad es nula. Aguas superficiales y subterráneas: no se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos.

Flora y fauna: la repercusión sobre la vegetación es nula y al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.

Paisaje: los paneles solares tienen distintas posibilidades de integración, lo que hace que sean un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual. Además, al tratarse de sistemas autónomos, no se altera el paisaje con postes y líneas eléctricas.

Ruidos: el sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor en viviendas aisladas.

Medio social: el suelo necesario para instalar un sistema fotovoltaico de dimensión media, no representa una cantidad significativa como para producir un grave impacto. Además, en gran parte de los casos, se pueden integrar en los tejados de las viviendas.

Por otra parte, la energía solar fotovoltaica representa la mejor solución para aquellos lugares a los que se quiere dotar de energía eléctrica preservando las condiciones del entorno; como es el caso de los espacios naturales protegidos.

Producir 1 kWh en Guatemala resulta en emitir 0,75 kg promedio de CO₂ a la atmósfera por los hidrocarburos quemados.

Un sistema solar fotovoltaico de 10 kWp genera en promedio 40 kWh de electricidad a la red diariamente y elimina al año la emisión de 11 toneladas de CO₂ A= 80m².

Un sistema solar fotovoltaico de 400 kWp genera en promedio 1,6 MWh de electricidad a la red y elimina al año la emisión de 440 toneladas de CO₂ A= 4000 m².

La energía renovable es un recurso de bajo costo que se puede obtener en cualquier parte del mundo, siempre y cuando se cuente con los materiales necesarios para poder aprovecharlo, con esto se confirma que es un beneficio no solo para las personas sino para el planeta en general; es por eso que en los corredores secos de la región del oriente de Guatemala será muy fructífero la implementación de la o las estaciones solares de carga para dispositivos electrónicos móviles ya que ayudara de buena forma a satisfacer las necesidades básicas que hoy en día carecen los habitantes de esta región.

5. ESTUDIO ECONÓMICO-SOCIAL

Para iniciar un estudio económico como social es de suma importancia tener en cuenta distintos tipos de conceptos y definiciones que se necesitan para cumplir con los objetivos deseados, siendo así, para el presente proyecto se enfatizará en la siguiente definición; “El consumo de un bien o servicio genera bienestar al individuo que lo consume”.

Estudio socioeconómico es el instrumento que el trabajador social utiliza para que mediante una entrevista al posible beneficiado este obtengan datos que permitan conocer la situación social y económica del solicitante de la atención, determinando un nivel socioeconómico y con ello su aporte económico a la institución.

¿En qué consiste?

Servicios que prestan las delegaciones políticas del país o bien, canalizan o gestionan ante las instancias correspondientes para realizar estudios socioeconómicos, censos, estudios de desarrollo social, entre otros.

¿A quién está dirigido?

A los residentes y organizaciones civiles y vecinales del Corredor Seco del nororiente del país, que soliciten algún servicio de carácter de trabajo social.

La evaluación económica, estudia y mide el aporte neto de un proyecto al bienestar nacional. Consiste en un examen de la eficiencia de los recursos invertidos en la ejecución de políticas o de proyectos.

La solución al problema de acuerdo a la teoría económica es que en una economía sin distorsiones y perfectamente competitiva se puede demostrar que los precios conducen a una eficiente asignación de recursos.

En el mundo real existen dos tipos de distorsiones que impiden que los precios cumplan con este rol: o Los mercados no funcionan perfectamente debido a intervenciones de los gobiernos y a que presentan estructuras no competitivas o existen “bienes” (pureza ambiental, seguridad, etc.) que generan bienestar pero no se negocian en ningún mercado, con lo cual la señal de precio no existe y convencionalmente no se les fija ningún valor.

La evaluación social incorpora tanto un análisis de eficiencia de los impactos de un proyecto, como otro que contempla los aspectos de equidad: efectos que genera sobre la distribución del ingreso.

5.1. Análisis de sensibilidad - social

Para iniciar un análisis de sensibilidad social es de suma importancia tener clara la definición de ambos análisis que a continuación se presentan:

El análisis de sensibilidad es un término financiero, muy utilizado en el mundo de la empresa a la hora de tomar decisiones de inversión, que consiste en calcular los nuevos flujos de caja y el VAN (en un proyecto, en un negocio, etc.), al cambiar una variable (la inversión inicial, la duración, los ingresos, la tasa de crecimiento de los ingresos, los costes, etc.). De este modo teniendo los

nuevos flujos de caja y el nuevo VAN se puede calcular o mejorar las estimaciones sobre el proyecto que se va a comenzar en el caso de que esas variables cambiasen o existiesen errores iniciales de apreciación por nuestra parte en los datos obtenidos inicialmente.

Para hacer el análisis de sensibilidad se tiene que comparar el VAN antiguo con el VAN nuevo y dará un valor que al multiplicarlo por cien se obtendrá el porcentaje de cambio.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$(VAN_n - VAN_e) / VAN_e * 100$$

Donde VAN_n es el nuevo VAN obtenido y VAN_e es el VAN que se tenía antes de realizar el cambio en la variable.

El análisis social tiene como objetivo medir las necesidades básicas de una sociedad o medio.

En el análisis social se puede tener en cuenta entre otros factores para su medición, por ejemplo:

Alfabetismo, red de servicios básicos (agua corriente-gas natural-electricidad), servicios de salud (clínicas-hospitales). Nivel habitacional (integración de grupos). Educación (primaria-secundaria-universitaria)

Para efecto del siguiente proyecto no existe un flujo de caja y un VAN anterior, por lo cual nuestro análisis de sensibilidad social estará enfocado en la

necesidad o necesidades de quienes integran las escuelas públicas ubicadas en los corredores secos de la región del oriente del país.

Dada la incertidumbre que rodea a muchos proyectos de inversión se hace indispensable llevar a cabo un análisis de sensibilidad de la rentabilidad del proyecto ante diversos escenarios.

En el caso de los proyectos sociales la incertidumbre se vincula con los resultados esperados, tanto en términos de los indicadores planteados como respecto de las tasas de retorno calculadas, los ingresos establecidos y los otros supuestos sobre los que se basa el cálculo de los beneficios monetarios del proyecto.

Factores en el cual se enfocará para el presente documento:

- Dinero
- Ambiente

En la realización de nuestro estudio se midieron los factores que forman parte de quienes integra las escuelas de la región, para determinar qué tan factible es la realización de la estación de carga de dispositivos electrónicos móviles por medio de paneles fotovoltaicos, para ello se analizaron los siguientes parámetros:

- Carga de dispositivos electrónicos móviles
- Todos los celulares no son homogéneos
- Los estudiantes llevan cargador para conectar a 110 V

- Horarios para carga de dispositivos electrónicos
- Calidad del servicio
- Utilización de la estación de carga solar
- La oferta de la estación de carga
- Vida útil de la estación de carga solar
- Objetivo de la estación de carga solar
- Tiempo de carga de dispositivos móviles por estudiante
- Control de estudiantes que utilizan el servicio de la estación de carga
- Sostenibilidad del proyecto
- Carga de dispositivos electrónicos móviles

La estación de carga solar está diseñada para cumplir con las necesidades de los integrantes de las escuelas, siempre que los dispositivos móviles sean los indicados para la carga correspondiente a los cargadores instalados.

- Todos los celulares no son homogéneos

Los cargadores de los dispositivos móviles integrados en la estación de carga son de los modelos con más auge en la sociedad guatemalteca.

- Los estudiantes llevan cargador para conectar a 110 V

La estación de carga solar esta fue diseñada para que los estudiantes que deseen hacer uso de ella lleven con ellos el cargador de la portátil para conectar en las entradas de los tomacorrientes con 110 V.

- Horarios para carga de dispositivos electrónicos

En la actualidad la demanda de estudiantes que posee las escuelas de la región del oriente del país se encuentra en la jornada matutina, siendo este de las 08:00 a las 12:00 horas de lunes a viernes.

- Calidad del servicio

Se garantiza un buen servicio, siempre que los estudiantes respeten y cumplan con las normas de uso de la estación de carga solar.

- Utilización de la estación de carga solar

Pueden hacer uso de ella exclusivamente los integrantes de las escuelas beneficiadas del oriente del país.

- La oferta de la estación de carga

Se ha determinado que con la actual estación de carga solar se puede lograr la satisfacción de los usuarios, el cual anula por completo la implementación de una unida más, haciendo hincapié a no aceptar las oportunidades de compra por los buenos precios que se tengan en el mercado.

- Vida útil de la estación de carga solar

La característica principal que tienen los paneles fotovoltaicos es que tienen un tiempo de vida de 25 años, y el resto de los componentes su vida útil depende del uso que se le dé, teniendo entre todos ellos una vida útil de 15 a 20 años dando un funcionamiento óptimo.

- Objetivo de la estación de carga solar

El objetivo principal es la reducción de costos por el consumo de energía eléctrica en kW/h y al mismo tiempo promover la implementación de ella para ayudar el medio ambiente al momento de producir energía renovable.

- Tiempo de carga de dispositivos móviles por estudiante

El periodo de carga por estudiante es de 30 minutos para maximizar la carga almacenada, permitiendo que la energía pueda cumplir con la demanda.

- Control de estudiantes que utilizan el servicio de la estación de carga

Se implementará un registro de los estudiantes que hagan uso de la estación de carga solar, con el fin de identificar que tan factible ha sido la implementación de esta.

A continuación se calcula el valor anual neto VAN para determinar si es viable o factible la creación del proyecto en curso.

Datos:

- Proyecto social
- Inversión inicial Q 7 968,85
- Tasa de descuento 12 %
- Flujo Q 140,43/mes = Q 1 685,16/año
- Tiempo 25 Años

$$VAN = -Inversión + \frac{Flujo}{(1+i)^n}$$

$$VAN = -Q 7 968,85 + Q 1 685,16 \left[\frac{1}{1,12} + \frac{1}{1,12^2} + \frac{1}{1,12^3} + \dots + \frac{1}{1,12^{25}} \right]$$

$$VAN = -Q 7 968,85 + Q 13 240,42$$

$$VAN = Q 5 271,57$$

Sostenibilidad del proyecto

Al implementar la estación de carga solar se reducirá un porcentaje del costo por consumo de energía eléctrica local, lo cual compensará el costo de la inversión, por lo que se considera un proyecto factible para su creación dentro de las escuelas ubicadas en los corredores secos del oriente del país.

CONCLUSIONES

1. El material que se utilizará en el prototipo propuesto refleja que los costos de fabricación están en el intervalo de capital planificado para la realización del mismo.
2. Realizado un análisis económico utilizar el prototipo de generación solar es una alternativa factible para sustituir la energía eléctrica local, sabiendo que la estación de carga cumple con dicha función y con el tiempo les permite ahorrar dinero.
3. Con la implementación de la estación de carga de dispositivos móviles por medio de paneles fotovoltaicos, el consumo de energía eléctrica local o tradicional tendrá una reducción aceptable en kW/h por los servicios prestados, esto a raíz de buen manejo y cuidado de la estación de carga.
4. Ecológicamente, el uso de la estación solar es un beneficio para las escuelas ubicadas en el sector seco en el nororiente del país y para Guatemala en general, ya que hoy en día se han desarrollado muchos proyectos y tecnología incentivando la conservación del medio ambiente sustituyendo la energía producida por combustibles por energía pura, dando como resultado un impacto positivo a la naturaleza.
5. Para efectos de las escuelas de los corredores secos se necesita de una sola estación de carga por medio de paneles fotovoltaicos por escuela.

RECOMENDACIONES

1. Incentivar a los maestros y estudiantes pertenecientes a las escuelas del sector público de los corredores secos a hacer provecho de la energía renovable con la que cuenta, haciendo de ellos los pioneros del cambio en ayuda al planeta.
2. El equipo que conforma la estación de carga solar deben estar debidamente protegidos de posibles incidentes, por ejemplo golpes y derrame de líquidos, este último es por el cual se prohíbe totalmente el ingreso de comida y bebidas al momento de hacer el uso de la estación.
3. Concientizar a los beneficiados que la creación de la estación de carga es para el uso de ellos y por el cual hay que mantenerla en buen estado para que así cumpla su vida útil y siga sirviendo para las futuras generaciones.
4. Promocionar la implementación de la energía renovable en las escuelas públicas, para que esta sirva de ejemplo al resto de escuelas y/o colegios privados, con el fin de fomentar el desarrollo del país utilizando energías puras obtenidas del planeta.
5. Cumplir con las fechas calendarizadas de los mantenimientos de la estación de carga, con el fin de asegurar el óptimo funcionamiento y el tiempo de vida establecido por el fabricante, aplicando adecuadamente las instrucciones de limpieza que se describen en el presente documento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Energía Solar. *Celdas fotovoltaicas*. Artículo [en línea] <<http://www.instalacionenergiasolar.com/energia/celdas-fotovoltaicas.html>> [Consulta: 22 de enero de 2012].
2. GRESWELL, Richard. *El efecto foto eléctrico la celda fotovoltaica*. Celdas fotovoltaicas. [en línea] <<http://www.maquinaria.cl/capas.htm>> [Consulta: 22 de enero de 2012].
3. Paneles solares caseros. *Celdas fotovoltaicas*. [en línea] <<http://panelessolarescaseros.net/?p=35>> [Consulta: 23 de enero de 2012].
4. Textos científicos. *Celdas solares*. [en línea] <<http://www.textoscientificos.com/energia/celulas>> [Consulta: 22 de enero de 2012].

ANEXOS

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA
LEY GENERAL DE ELECTRICIDAD
REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE ELECTRICIDAD
(Incluye reformas según Acuerdos Gubernativos Nos. 68-2007 y 69-2007)

DECRETO No.93-96
EL CONGRESO DE LA REPUBLICA
DE GUATEMALA

CONSIDERANDO:

Que la oferta de energía eléctrica no satisface las necesidades de la mayor parte de la población guatemalteca, que no son proporcionales los requerimientos de una mayor oferta en relación con su creciente demanda y que la deficiencia de dicho sector es un obstáculo en el desarrollo integral del país, por lo que es necesario aumentar la producción, transmisión y distribución de dicha energía mediante la liberalización del sector.

CONSIDERANDO:

Que el Gobierno de la República de Guatemala, como coordinador y ente subsidiario del desarrollo nacional, considera de urgencia nacional, tal como se preceptúa en la Constitución Política de la República de Guatemala en su

Artículo 129, y debido a que el Gobierno no cuenta con los recursos económico-financieros, para una empresa de tal envergadura, lo que hace necesaria la participación de inversionistas que apoyen la creación de las empresas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica y optimicen el crecimiento del subsector eléctrico.

CONSIDERANDO:

Que al desmonopolizarse el sistema de generación de energía eléctrica, cumpliendo con el mandato constitucional contenido en el Artículo 130 de la Constitución Política de la República de Guatemala, es urgente descentralizar y desmonopolizar los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica para agilizar el crecimiento de la oferta y satisfacer las necesidades sociales y productivas de los habitantes de la república, buscando mejorar el nivel de vida de todos los guatemaltecos, especialmente de los pobladores más pobres de las regiones del interior del país que actualmente no gozan de este servicio.

CONSIDERANDO:

Que es necesario establecer las normas jurídicas fundamentales para facilitar la actuación de los diferentes sectores de sistema eléctrico, buscando su máximo funcionamiento, lo cual hace imperativo crear una comisión técnica calificada, elegida entre las propuestas por los sectores nacionales más interesados en el desarrollo del subsector eléctrico.

POR TANTO:

Con base en lo considerado y en el ejercicio de las facultades que le confiere el inciso a), del artículo 171 de la Constitución Política de la República de Guatemala.

DECRETA:

La siguiente,

LEY GENERAL DE ELECTRICIDAD

TITULO I

REGIMEN ELECTRICO

CAPITULO I

PRINCIPIOS GENERALES

Artículo 1. La presente ley norma el desarrollo del conjunto de actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad, de acuerdo con los siguientes principios y enunciados:

- a) Es libre la generación de electricidad y no se requiere para ello la autorización o condición previa por parte del Estado más que las reconocidas por la Constitución Política de la República de Guatemala y las leyes del país;
- b) Es libre el transporte de electricidad cuando para ello no sea necesario utilizar bienes de dominio público; también es libre el servicio de distribución privada de electricidad;

- c) En los términos a que se refiere esta ley, el transporte de electricidad que implique la utilización de bienes de dominio público y el servicio de distribución final de electricidad estarán sujetos a autorización;
- d) Son libres los precios por la prestación del servicio de electricidad, con la excepción del servicio de transporte y distribución sujetos a autorización. La transferencia de energía entre generadores, comercializadores, importadores y exportadores, que resulten de la operación del mercado mayorista, estarán sujetos a regulación en los términos a que se refiere la presente ley.

Artículo 2. Las normas de la presente ley son aplicables a todas las personas que desarrollen las actividades de generación, transporte y comercialización de electricidad, sean estas individuales y jurídicas, con participación privada, mixta o estatal, independientemente de su grado de autonomía y régimen de constitución.

Artículo 3. Salvo a lo que esta ley se expresa, el Ministerio de Energía y Minas, en adelante el Ministerio, es el órgano del Estado responsable de formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos, relativos al subsector eléctrico y aplicar esta ley y su reglamento para dar cumplimiento a sus obligaciones.

CAPÍTULO II

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Artículo 4. Se crea la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, en adelante la Comisión, como un órgano técnico del Ministerio. La Comisión tendrá

independencia funcional para el ejercicio de sus atribuciones y de las siguientes funciones:

- a) Cumplir y hacer cumplir la presente ley y sus reglamentos, en materia de su competencia, e imponer las sanciones a los infractores;
- b) Velar por el cumplimiento de las obligaciones de los adjudicatarios y concesionarios, proteger los derechos de los usuarios y prevenir las conductas atentatorias contra la libre competencia, así como prácticas abusivas y discriminatorias;
- c) Definir las tarifas de transmisión y distribución, sujetas a regulaciones de acuerdo a la presente ley así como la metodología para el cálculo de las mismas;
- d) Dirimir las controversias que surjan entre los agentes del subsector eléctrico, actuando como árbitro entre las partes cuando estas no hayan llegado a un acuerdo;
- e) Emitir las normas técnicas relativas al subsector eléctrico y fiscalizar su cumplimiento congruencia con prácticas internacionales aceptadas;
- f) Emitir las disposiciones y normativas para garantizar el libre acceso y uso de las líneas de transmisión y redes de distribución, de acuerdo a lo dispuesto en esta ley y su reglamento.

Artículo 5. La Comisión estará integrada por tres miembros que serán nombrados por el Ejecutivo de entre cada una de las ternas uno de cada terna, que serán propuestas por:

1. Los Rectores de las universidades del país;
2. El ministerio;
3. Los agentes del mercado mayoristas.

Los miembros de la comisión deberán cumplir con los siguientes requisitos:

1. Ser guatemalteco;
2. Ser profesional universitario, especialista en la materia, y de reconocido prestigio;
3. No tener relación con empresas asociadas al subsector eléctrico regulado por esta ley;
4. No tener antecedentes penales ni juicio de cuentas pendientes o, habiendo sido condenado, no haber solventado su responsabilidad;
5. Los miembros de la Comisión trabajaran a tiempo completo y con exclusividad para la misma.

En el acuerdo Gubernativo por el que se nombre a los miembros de la Comisión se dispondrá quién de ellos la presidirá. El presidente de la Comisión tendrá a su cargo la representación de la misma en los asuntos de su competencia.

Los miembros de la Comisión desempeñaran sus funciones por un período de cinco años contados a partir de su toma de posesión. Las resoluciones de la Comisión serán adoptadas por mayoría de sus miembros, los que desempeñaran sus funciones con absoluta independencia de criterio y bajo su exclusiva responsabilidad.

En caso de renuncia, ausencia definitiva o remoción de negligencia o incumplimiento comprobado de cualquier miembro de la Comisión, el Ejecutivo nombrara al sustituto para completar el período de entre la terna que para el efecto le propuso originalmente el ente respectivo.

La Comisión tendrá presupuesto propio y fondos privativos, los que destinara para el financiamiento de sus fines.

Los ingresos de la Comisión provendrán de aplicar una tasa a las ventas mensuales de electricidad de cada empresa eléctrica de distribución. Esta tasa se aplicara de la siguiente manera: todas las empresas distribuidoras pagarán mensualmente a disposición inmediata de la Comisión, el punto tres por ciento (0.3 %) del total de la energía eléctrica distribuida en el mes correspondiente, multiplicado por el precio del kilovatio hora de la tarifa residencial de la ciudad de Guatemala.

La Comisión dispondrá de sus ingresos, con las limitaciones que imponen esta ley y la Constitución Política de la Republica. La Comisión normara lo relativo a las dietas y remuneración de sus integrantes.

La Comisión podrá requerir de la asesoría profesional, consultorías y expertos que se requieren para sus funciones.

El reglamento de esta ley desarrollará los supuestos a que se refiere el presente artículo.

CAPITULO III DEFINICIONES

Artículo 6. Para los efectos de esta ley se establecen las siguientes definiciones que serán aplicables a los servicios, actividades y personas que desarrollen las actividades de producción o generación, transporte o transmisión, distribución y comercialización de electricidad.

Autoproduccion: Es la persona, individual o jurídica, titular o poseedora de una central de generación de energía eléctrica, cuya producción destina exclusivamente a su propio consumo.

Adjudicatario: Es la persona, individual o jurídica al que el Ministerio otorga una autorización, para el desarrollo de las obras de transporte y distribución de energía eléctrica y está sujeto al régimen de obligaciones y derechos que establece la presente ley.

Agentes del Mercado Mayorista: Son los generadores, comercializadores, distribuidores, importadores, exportadores y transportistas cuyo tamaño supere el límite establecido en el reglamento de esta ley.

Generador: Es la persona, individual o jurídica, titular o poseedora de una central de generación de energía eléctrica, que comercializa total o parcialmente su producción de electricidad.

Distribuidor: Es la persona, individual o jurídica o titular de instalaciones destinadas a distribuir comercialmente energía eléctrica.

Comercializador: Es la persona, individual o jurídica cuya actividad consiste en comprar y vender bloques eléctrica con carácter de intermediación y sin participación en la generación, transporte, distribución y consumo.

Evaluación de impacto ambiental: Procedimiento mediante el cual la autoridad competente se pronuncie sobre el impacto ambiental de un proyecto.

Gran Usuario: Es aquel cuya demanda de potencia excede al límite estipulado en el reglamento de esta Ley.

Mercado mayorista: Es el conjunto de operaciones de compra y ventas de bloques de potencia y energía que se efectúan a corto y a largo plazo entre agentes del mercado.

Peaje: Es el pago que devenga el propietario de las instalaciones de transmisión, transformación o distribución por permitir el uso de dichas para la transformación de potencia y energía eléctrica por parte de terceros.

Servicio de distribución privada: Es el suministro de energía eléctrica que se presta al consumidor, mediante redes de distribución y en condiciones libremente pactadas, caso por caso, entre el usuario y el distribuidor y que no utilice bienes de dominio público.

Servicio de distribución final: Es el suministro de energía eléctrica que se presta a la población, mediante redes de distribución, en condiciones de calidad de servicio y precios aprobados por la Comisión.

Servidumbres: Se tendrán como servidumbres legales de utilidad pública todas aquellas que sea necesario constituir teniendo como fin la construcción de obras e instalaciones para la generación, transporte y distribución de energía eléctrica.

Sistema de transmisión: Es el conjunto de subestaciones de transformación y líneas de transmisión, entre el punto de entrega del generador y el punto de recepción del distribuidor o de los grandes usuarios y comprende un sistema principal y sistemas secundarios.

Sistema principal: Es el sistema de transmisión compartido por los generadores. La comisión definirá este sistema de conformidad con el informe que al efecto le presente el administrador del mercado mayorista.

Sistema secundario: Es aquel que no forma parte del sistema principal, los sistemas de distribución privada y final no forman parte del sistema secundario.

Sistemas de distribución: Es el conjunto de líneas y subestaciones de transformación de electricidad, destinadas a efectuar la actividad de distribución y que funcionen a los voltajes que especifique el reglamento.

Sistema eléctrico nacional: Es el conjunto de instalaciones, centrales generadoras, líneas de transmisión, subestaciones eléctricas, redes de distribución, equipo eléctrico, centros de carga y en general toda la infraestructura eléctrica destinada a la prestación del servicio, interconectado o no, dentro del cual del cual se efectúan las diferentes transferencias de energía eléctrica entre diversas regiones del país.

Sistema nacional interconectado: Es la porción interconectada del sistema eléctrico nacional.

Transmisión: Es la actividad que tiene por objeto el transporte de energía eléctrica a través del sistema de transmisión.

Transportista: Es la persona, individual o jurídica, poseedora de instalaciones destinadas a realizar la actividad de transmisión y transformación de electricidad.

Usuario: Es el titular o poseedor del bien inmueble que recibe el suministro de energía eléctrica

Comisión: Es la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, establecida de acuerdo a la Ley General de Electricidad. **Contratos Existentes:** Son los contratos de suministro de energía eléctrica entre generadores y empresas distribuidoras, suscritos antes de la entrada en vigencia de la Ley y vigentes a la promulgación del Reglamento.

Contratos a Término: Es el conjunto de transacciones de compra-venta de electricidad pactada a plazo entre agentes del Mercado Mayorista (MM) mediante contratos.

Costo de Falla: Es el costo de energía no suministrada por interrupciones al servicio, que se calculará en base a la metodología que sea establecida por la Comisión.

Costo Marginal de Corto Plazo de Energía: Es el costo en que incurre el Sistema Eléctrico para suministrar un kilovatio-hora (Kw/h) adicional de energía a un determinado nivel de demanda de potencia y considerando el parque de generación y transmisión efectivamente disponible. El valor del Costo Marginal de Corto Plazo de Energía es aplicable en el nodo del Sistema Nacional Interconectado en el que se ubica la Unidad Generadora marginal.

Costo Marginal de Corto Plazo de Energía Esperado: Es el Costo Marginal de Corto Plazo de Energía que, como valor medio, se espera para un determinado período futuro, dadas las condiciones previstas de demanda y oferta de energía.

Costo Marginal de Corto Plazo de Energía por Bloque Horario: Es el Costo Marginal de Corto Plazo de Energía calculado sobre la base del nivel promedio de demanda de potencia de un bloque de determinado número de horas.

Costo Marginal Horario de Energía por Nodo: Para cada nodo, es el costo de atender un kilovatio (kW) adicional de demanda en ese nodo, en el estado de cargas correspondientes a esa hora.

Factor de Pérdidas Nodales de Potencia: Corresponde al Factor de Pérdidas Nodales de Energía durante la hora de máxima demanda anual registrada en el Mercado Mayorista (MM).

Factor de Pérdidas Nodales de Energía: Es el factor que refleja las pérdidas marginales de transmisión para satisfacer un incremento de energía en un nodo, mediante el incremento de generación en el nodo de Referencia. Para cada nodo, se calcula como el cociente entre el incremento de generación en el nodo de Referencia y el incremento de demanda de energía en el nodo.

Falla de Corta duración: Se define como falla de corta duración la condición en que, debido a fallas intempestivas en grupos generadores, en líneas de transporte o en redes de distribución, alguno de los agentes del Mercado Mayorista (MM) no es capaz de satisfacer la totalidad del consumo de energía, por períodos inferiores a 48 horas.

Falla de Larga Duración: Se define como falla de larga duración la condición en que, debido a una condición de sequía o de falla prolongada de unidades generadoras, líneas de transporte o redes de distribución, alguno de los agentes del Mercado Mayorista (MM) no es capaz de satisfacer la totalidad del consumo de energía, por períodos superiores a 48 horas. La condición de falla de larga duración será notificada en cada caso al Ministerio y a la Comisión.

Fuerza Mayor: En casos de fuerza mayor, la carga de la prueba compete exclusivamente a quien la invoca y será calificada por la Comisión, de conformidad con la Ley.

Función de Transportista: Es una empresa distribuidora que cumple las veces de transportista para un Generador o Gran Usuario conectado en su red de media o baja tensión.

Gran Usuario: Es un consumidor de energía cuya demanda de potencia excede 100 kilovatios (kW) o el límite inferior fijado por el Ministerio en el futuro. El gran usuario no estará sujeto a regulación de precio y las condiciones de suministros irán libremente pactadas con el distribuidor o con cualquier otro suministrador.

Para efectos del artículo 59, literal c de la Ley, las tarifas de los consumidores con demanda de potencia igual o inferior a 100 kilovatios (kW), o el límite inferior que en el futuro establezca el Ministerio, serán fijadas por la Comisión.

Ley: Es la Ley General de Electricidad, Decreto 93-96 del Congreso de la República.

Línea: Es el medio físico que permite conducir energía eléctrica entre dos puntos. Las líneas podrán ser de transmisión o de distribución de acuerdo a su función.

La calificación de líneas de transmisión o distribución corresponderá a la Comisión en base a criterios técnicos proporcionados por el Administrador del Mercado Mayorista.

Media Tensión: Nivel de tensión superior a mil (1,000) Voltios y menor o igual a sesenta mil (60,000) Voltios.

Mercado Spot: Es el conjunto de transacciones de compra venta de electricidad de corto plazo, no basado en contratos a término.

Nodo de Referencia: se establece como nodo de Referencia a la subestación Guatemala Sur. Este nodo de referencia podrá ser modificado por la Comisión.

Normas de Coordinación: son las disposiciones dictadas por el Administrador del Mercado Mayorista (AMM), de conformidad con la Ley, este reglamento y su propio reglamento específico y que tienen por objeto garantizar la continuidad y la calidad del servicio.

Normas Técnicas: son las disposiciones emitidas por la Comisión de conformidad con la ley y este reglamento, en congruencia con prácticas internacionales aceptadas y que servirán para complementar el conjunto de regulaciones sobre las actividades del sector eléctrico.

Potencia Contratada: Es la potencia establecida en un contrato de suministro entre un distribuidor y un usuario, obligando al distribuidor a tenerla disponible a requerimiento de éste, en cualquier momento. La potencia contratada da derecho a tener una demanda máxima de potencia igual a dicho valor suscrito.

Potencia de Punta: Para el Mercado Mayorista, es la demanda máxima horaria de potencia que se produce en un período anual. Para un Distribuidor o Gran Usuario es su demanda de potencia coincidente con la Potencia de Punta del Sistema Nacional Interconectado.

Potencia Máxima: Es la potencia máxima que una Unidad Generadora es capaz de suministrar a la red bajo las condiciones de temperatura y presión atmosférica del sitio en que está instalada.

Potencia Firme: Es la máxima potencia que un generador puede vender en virtud de contratos, y que se calcula en base a las normas técnicas que serán establecidas por la Comisión. En todo caso, la suma de las potencias firmes de todas las unidades generadoras del Mercado Mayorista debe ser igual a la demanda máxima proyectada para cada año.

Participantes del Mercado Mayorista: Son el conjunto de los agentes del MM más el conjunto de las empresas que sin tener esta última condición, realizan transacciones económicas en el MM, con excepción de los usuarios del servicio de distribución final sujetos a regulación de precios.

Regulación Primaria de Frecuencia: Es la regulación inmediata, con tiempo de respuesta menor a 30 segundos destinados a equilibrar desbalances instantáneos entre generación y demanda. Se realiza a base de unidades generadoras equipadas con reguladores automáticos de potencia.

Regulación Secundaria de Frecuencia: Es la acción manual o automática de corregir la producción de una o más unidades generadoras para restablecer un desvío de la frecuencia producida por un desbalance entre generación y demanda, permitiendo a las unidades asignadas a regulación primaria volver a sus potencias programadas.

Sistema de Transmisión Económicamente Adaptado: Es el sistema de transmisión dimensionado de forma tal de minimizar los costos totales de inversión, de operación y mantenimiento y de pérdidas de transmisión, para una determinada configuración de ofertas y demandas.

Tarifa Residencial de la Ciudad de Guatemala: Para los efectos de la aplicación de la Ley y este reglamento, se entenderá como Tarifa Residencial de la Ciudad de Guatemala, a la tarifa de baja tensión sin medición de demanda de potencia, aplicada en la Ciudad de Guatemala, que defina la Comisión.

Unidad Generadora: Es una máquina utilizada para la producción de electricidad.

Unidad Generadora Marginal: Es la Unidad Generadora en condiciones de satisfacer un incremento de demanda, posible de ser despachada por el Administrador del Mercado Mayorista (AMM) de acuerdo con los procedimientos establecidos en su correspondiente Reglamento.

PASE AL ORGANISMO EJECUTIVO PARA SU SANCIÓN, PROMULGACIÓN
Y PUBLICACIÓN

DADO EN EL PALACIO DEL ORGANISMO LEGISLATIVO, EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA A LOS DIEZ Y SEIS DÍAS DEL MES DE OCTUBRE DE MIL
NOVECIENTOS NOVENTA Y SEIS

CARLOS ALBERTO GARCÍA REGAS

PRESIDENTE

ENRIQUE ALEJOS CLOSE

SECRETARIO

EFRAIN OLIVA MURALLES

SECRETARIO

PALACIO NACIONAL: GUATEMALA

ARZU IRIGOYEN

LEONEL LÓPEZ RODAS

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

- d) Tipo de ambiente donde se desarrollará el proyecto (comercial, público, domiciliar, otro): **Público**
- e) Número de personas vinculadas directamente a la actividad (empleados y/o colaboradores): **3,750 Personas**
- f) Número de personas (clientes, usuarios, beneficiarios) a atender por unidad de tiempo mes/semana/día (especifique): **300 Alumnos por Semana**

3 EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE

3.1 EFECTOS SOBRE EL AGUA

- a) ¿La actividad propuesta se realiza a más de 50 metros de una fuente de agua? **SI**
- b) ¿Existe algún riesgo de afectar alguna fuente de agua o manto freático con el proyecto propuesto? **NO**
- c) ¿Qué tipo de Riesgo?
- d) ¿Qué medida propone para evitar o minimizar el riesgo de afectar fuentes de agua o manto freático?

3.1.1 CONSUMO DE AGUA:

- a) Fuente de abastecimiento de agua:
- b) Cantidad de agua requerida (mes/semana/día):
- c) Uso que se dará al agua:
- d) Qué medida propone para disminuir el consumo de agua o promover el ahorro de la misma:

3.1.2 MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUAS

- a) Indique que cantidad y tipo de aguas residuales se producirán:
- b) Que tipo de manejo dará a las aguas residuales y que medidas de mitigación se implementarán:
- c) Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo: pozo de absorción, colector municipal, otro. Indique si se le efectuará algún tipo de tratamiento previo
- d) Describa que tipo de mantenimiento se implementará. (Mantenimiento de fosa séptica, pozo de absorción, biodigestor u otro.)

3.2 EFECTOS SOBRE EL SUELO

- a) ¿Cuál es el uso actual del suelo donde se desarrollará la actividad? **Ninguno**
- b) ¿La actividad generará algún tipo de impacto al suelo?
Si _____ No _____
- c) ¿Qué tipo de impacto?
- d) ¿Que medida propone para evitar o disminuir los impactos al suelo?

3.3 EFECTOS SOBRE LA FAUNA

Describa las razones por las que considera que el proyecto no afectará de manera significativa la fauna:

3.4 EFECTOS SOBRE LA FLORA

Describa las razones por las que considera que el proyecto no afectará de manera significativa la flora:

3.5 EFECTOS SOBRE LA ATMOSFERA

- a) Describa las razones por las que considera que el proyecto no afectará significativamente el ambiente con la generación de polvo u otras partículas:

SE TIENE PROGRAMADO MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS A LOS ARTICULOS QUE CONFORMAN LA ESTACION DE CARGA SOLAR, ESTOS CUMPLIENDO SU TIEMPO DE VIDA SE HARA EL CAMBIO DE INMEDIATO

- b) Describa las razones por las que considera que el proyecto no afectará significativamente el ambiente con la generación de sonido o vibraciones:

NO GENERA NINGUN TIPO DE RUIDO O VIBRACIONES

- c) Describa las razones por las que considera que el proyecto no generará impacto visual significativo:

LA ESTACION DE CARGA SOLAR SE INSTALARA DENTRO DE UNA EDIFICACION, ESTARA A LA VISTA LAS CELDAS FOTOVOLTAICAS QUE SON DE TAMAÑO REDICIDO Y ESTARAN SITUADAS EN LA PARTE SUPERIOR DEL EDIFICIO.

4. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA
4.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes): ES ENERGIA RENOVABLE, NO REQUIERE ENERGIA TRADICIONAL
4.2 Forma de suministro de energía (marque con una X)
a) Sistema público
b) Sistema Privado
c) Generación Propia
d) No se requiere energía X
5. DESECHOS SOLIDOS
5.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios que genera la actividad (cantidad por día, semana o mes) NINGUNA
5.2 Caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de proceso, orgánicos, otros) NINGUNA
5.3 De qué forma dispondrá los desechos sólidos para evitar que se conviertan en un foco de contaminación
6. RIESGOS POTENCIALES
6.1 ¿Existe algún tipo de riesgo que pueda afectar al proyecto o a las personas? Si _____ No X _____
6.2 ¿Qué tipo de Riesgo?
6.3 ¿Qué medidas propone para evitar o disminuir los riesgos del proyecto?

DOCUMENTOS QUE DEBE ADJUNTAR AL FORMULARIO:

- Fotocopia del formulario para sellar de recibido
- Fotocopia de cédula de vecindad o DPI
- Declaración jurada
- Fotocopia del Nombramiento del Representante Legal (Personas Jurídicas)
- Plano de ubicación o croquis
- Croquis de distribución

Ejemplo de la redacción de un informe sobre las escuelas más necesitadas de la estación de carga solar, y así identificar cuáles de ellas serán las beneficiadas.

Estudio Socio-económico

N° Exp.
 Fecha:
 Asunto:
 Lugar:

INFORMACION GENERAL

Escuela: _____
 Dirección: _____
 Fundación: _____ Teléfono: _____
 No. De Estudiantes: _____
 Situación Actual: _____

Información	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Consumida Kw/H												
Costo Kw/H												
El Total es la suma del costo por los Kw/h consumidos durante todo el año recién concluido											Total	
Evaluado por:							Firma					