



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

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA RED DE ENERGÍA RENOVABLE
A TRAVÉS DE PANELES SOLARES PARA LA REDUCCIÓN DE
COSTOS DE OPERACIÓN**

Luis Enrique Sánchez Rodríguez

Asesorado por Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes

Guatemala, febrero de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA RED DE ENERGÍA RENOVABLE
A TRAVÉS DE PANELES SOLARES PARA LA REDUCCIÓN DE
COSTOS DE OPERACIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS ENRIQUE SÁNCHEZ RODRÍGUEZ

ASESORADO POR EL ING. EDWIN JOSUÉ IXPATA REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO 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. Nora Leonor García Tobar |
| EXAMINADORA | Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña |
| EXAMINADOR | Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco |
| 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:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA RED DE ENERGÍA RENOVABLE A TRAVÉS DE PANELES SOLARES PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN

Tema que me fuera asignado por la Coordinación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de octubre 2012.



Luis Enrique Sánchez Rodríguez

Ciudad de Guatemala, Julio 2013

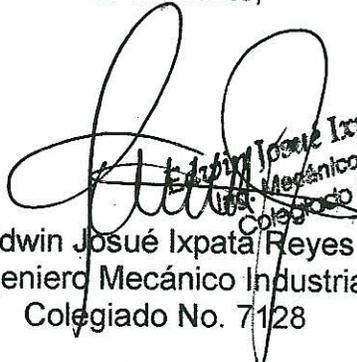
Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial

Respetable ingeniero:

Por este medio me dirijo a usted para informarle que, el suscrito como Asesor de Tesis del estudiante Luis Enrique Sánchez Rodríguez, quien se identifica con número de carné 200919690, estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica Industrial de esta casa de estudios, ha procedido a efectuar la revisión correspondiente del documento de tesis, realizado sobre el tema: "**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA RED DE ENERGÍA RENOVABLE A TRAVÉS DE PANELES SOLARES PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN**"; haciendo constar que cumple con los requisitos establecidos para continuar con los trámites correspondientes.

Agradeciendo de antemano se le dé el seguimiento respectivo al presente documento me suscribo de usted.

Atentamente,


Edwin Josué Ixpata Reyes
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 7128



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA RED DE ENERGÍA RENOVABLE A TRAVÉS DE PANELES SOLARES PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Luis Enrique Sánchez Rodríguez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Alberto Bulacio Hernández García
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2013.

/mgp



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.025.014

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 **PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA RED DE ENERGÍA RENOVABLE A TRAVÉS DE PANELES SOLARES PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Luis Enrique Sánchez Rodríguez**, 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, febrero de 2014.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

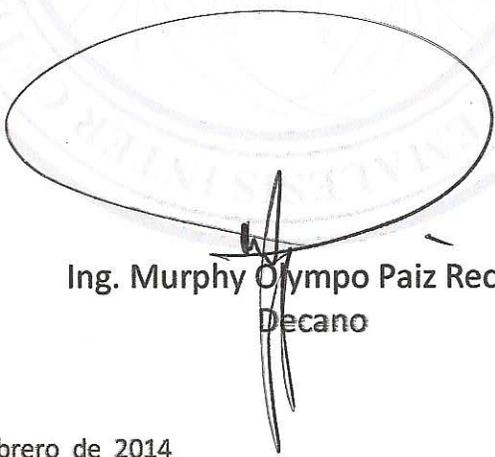


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 075.2014

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: **PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA RED DE ENERGÍA RENOVABLE A TRAVÉS DE PANELES SOLARES PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Luis Enrique Sánchez Rodríguez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 20 de febrero de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por siempre guiarme en toda mi carrera universitaria.
- Mis padres** Amada Elida Rodríguez Quezada y Carlos Enrique Sánchez Rodas por su amor, comprensión y ayuda en los momentos más difíciles.
- Mis hermanos** Alicia Paola y Carlos Abelardo Sánchez Rodríguez por su cariño incondicional y por los consejos sabios que me dieron.
- Alejandro Milian** Por ser un ejemplo a seguir y un apoyo a la familia Sánchez Rodríguez.
- Mis amigos** Por estar siempre a mi lado motivándome a seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|---|--|
| Dios | Por siempre guiarme en toda mi carrera universitaria. |
| Virgen María | Por estar a mi lado cuidándome y protegiéndome siempre. |
| Ing. Edwin Ixpata | Por transmitirme su conocimiento apoyándome en el trabajo de graduación. |
| Empresa Surtidora de Alta Tecnología | Por la oportunidad de realizar el trabajo de graduación dentro de la empresa. |
| Estudiantina Kerygma | Por siempre haber estado conmigo liberándome de toda preocupación. |
| Mis amigos | De la universidad, de la colonia Lourdes y de la colonia Bosques de San Nicolás. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | III |
| LISTA DE SÍMBOLOS | V |
| GLOSARIO | VII |
| RESUMEN..... | IX |
| OBJETIVOS..... | XI |
| INTRODUCCIÓN | XIII |
| | |
| 1. ANTECEDENTES | 1 |
| 1.1. Historia | 1 |
| 1.2. Misión y visión de la empresa..... | 3 |
| 1.3. Línea de productos..... | 4 |
| 1.4. Mercado de la empresa | 11 |
| 1.5. Crecimientos y logros | 13 |
| 1.6. Descripción de la estructura organizacional | 14 |
| | |
| 2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA..... | 17 |
| 2.1. Consumo de energía | 17 |
| 2.2. Gastos de energía eléctrica..... | 31 |
| 2.3. Costos de operación..... | 32 |
| 2.3.1. Gastos de administración | 33 |
| 2.3.2. Gastos de representación..... | 34 |
| 2.3.3. Otros gastos variables | 35 |
| 2.4. Cuantificación de costos de operación | 36 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3. | PROPUESTA DE MEJORA | 37 |
| 3.1. | Determinación de cantidad de paneles solares..... | 37 |
| 3.2. | Ubicación dentro de la empresa..... | 44 |
| 3.3. | Fecha de instalación de paneles solares | 48 |
| 3.4. | Análisis financiero | 48 |
| 3.4.1. | VPN..... | 52 |
| 3.4.2. | TIR | 53 |
| 3.4.3. | Benéfico/Costo | 54 |
| 3.5. | Ahorro energético..... | 55 |
| 3.6. | Cuantificación de costos de operación..... | 56 |
| 4. | IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES | 59 |
| 4.1. | Marca de paneles solares | 59 |
| 4.2. | Costos de implementación | 63 |
| 4.3. | Instalación | 64 |
| 4.3.1. | Instalación física..... | 65 |
| 4.3.2. | Instalación eléctrica..... | 66 |
| 5. | SEGUIMIENTO..... | 69 |
| 5.1. | Capacidad máxima de paneles solares..... | 69 |
| 5.2. | Control de producción de energía | 70 |
| 5.3. | Acciones predictivas..... | 71 |
| 5.4. | Acciones correctivas | 75 |
| | CONCLUSIONES..... | 77 |
| | RECOMENDACIONES | 79 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 81 |
| | ANEXO..... | 85 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Logotipo Cybertech OAC | 6 |
| 2. | Logotipo Microsoft | 7 |
| 3. | Logotipo LG..... | 8 |
| 4. | Logotipo Epson | 9 |
| 5. | Logotipo Acer | 10 |
| 6. | Logotipos de otras marcas | 11 |
| 7. | Logos de mercados <i>retail</i> | 12 |
| 8. | Sucursales de la empresa Surtidora de Alta Tecnología..... | 13 |
| 9. | Organigrama de la empresa Surtidora de Alta Tecnología | 15 |
| 10. | Fuentes de generación de energía eléctrica en Guatemala..... | 18 |
| 11. | Hidroeléctrica Chixoy | 20 |
| 12. | Biomasa utilizada en calderas de ingenios | 21 |
| 13. | Refinación del petróleo..... | 23 |
| 14. | Central solar en Andalucía, España | 24 |
| 15. | Elevador de Surtidora de Alta Tecnología..... | 25 |
| 16. | Horno microondas de Surtidora de Alta Tecnología..... | 27 |
| 17. | Computadoras de Surtidora de Alta Tecnología | 28 |
| 18. | Luminarias de Surtidora de Alta Tecnología | 29 |
| 19. | Aire acondicionado de Surtidora de Alta Tecnología..... | 30 |
| 20. | Conjunto de paneles solares..... | 38 |
| 21. | Tipos de celdas fotovoltaicas | 40 |
| 22. | Energía aprovechada por radiación solar en Guatemala | 43 |
| 23. | Plano opción A de la terraza junto al tercer nivel | 45 |

| | | |
|-----|--|----|
| 24. | Plano del cuarto nivel..... | 46 |
| 25. | Plano opción B de la terraza junto al tercer nivel | 47 |
| 26. | Flujo de efectivo de la opción A | 50 |
| 27. | Flujo de efectivo de la opción B | 51 |
| 28. | Panel solar | 60 |
| 29. | Fotografía de instalación de paneles solares..... | 66 |
| 30. | Plano de instalación eléctrica junto al tercer nivel | 67 |
| 31. | Plano de instalación eléctrica cuarto nivel | 68 |
| 32. | Contador monofásico bidireccional | 71 |
| 33. | Ejemplo de inversor | 73 |
| 34. | Fotografía de instalación de paneles solares..... | 75 |

TABLAS

| | | |
|-------|---------------------------------------|----|
| I. | Consumo de energía por aparatos | 31 |
| II. | Consumo de energía | 32 |
| III. | Gastos de administración | 33 |
| IV. | Costos de operación..... | 36 |
| V. | Inversión en 2013 opción A | 49 |
| VI. | Inversión en 2013 opción B | 50 |
| VII. | Costos de operación 2013..... | 57 |
| VIII. | Costos de implementación..... | 64 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------------|---|
| Esc. | Escala |
| H | Hora. Medida de tiempo |
| Kilowatt hora | Kilowatt-hora. Unidad de medida de energía |
| P/A | Presente dado un futuro. Abreviación financiera |
| Q | Quetzales. Moneda de Guatemala |
| W | Watt. Unidad de medida de potencia |

GLOSARIO

| | |
|----------------------------------|--|
| Amperios | Unidad derivada del Sistema Internacional para la intensidad de corriente eléctrica. |
| Centrales hidroeléctricas | Lugar empleado para la generación de energía eléctrica mediante fuerza hidráulica. |
| Centrales térmicas | Lugar empleado para generación de energía eléctrica mediante la combustión creada en una caldera. |
| Cogeneradores | Lugar que produce energía térmica y mecánica a partir de un único combustible. |
| Contador bidireccional | Medidor de energía eléctrica generada y consumida. |
| Costo de operación | Valoración monetaria de la suma de recursos destinados a la administración, operación y funcionamiento de una empresa. |
| Inversor | Dispositivo que convierte corriente directa en corriente alterna. |
| Panel solar | Dispositivo que aprovecha la energía de la radiación solar para generar energía eléctrica. |

| | |
|-------------------|---|
| Pararrayos | Instrumento cuyo objetivo es atraer a un rayo ionizado para llamar y conducir la descarga hacia la tierra y así evitar daños a personas, construcciones y/o aparatos. |
| TIR | Herramienta financiera que permite evaluar la rentabilidad de un proyecto. Tasa Interna de Retorno. |
| Volts | Unidad derivada del Sistema Internacional para el potencial eléctrico. |
| VPN | Herramienta financiera que permite evaluar la rentabilidad de un proyecto. Valor Presente Neto. |

RESUMEN

La energía limpia además de ser no contaminante es más barata que la energía comprada a la empresa eléctrica. En este trabajo se desarrolló un estudio financiero, el cual indica si el resultado es viable o no para comprar paneles solares para la disminución de los costos de operación de la empresa SAT.

El trabajo consta de una breve descripción de la empresa donde se desean instalar los paneles solares, esto en aras de saber si la empresa es capaz o no de invertir en este proyecto. La siguiente parte del trabajo de graduación contiene los costos de operación de la empresa dentro de los cuales se pueden mencionar los gastos de energía eléctrica, los gastos de administración, entre otros.

Luego se propuso una mejora al estudio de las condiciones actuales en donde se decidió la cantidad de paneles solares a colocar, la localidad, la fecha de instalación y un análisis financiero para decidir la viabilidad del proyecto a través de los costos de operación. También se decidió, a partir de dos tipos diferentes de paneles solares, la marca a utilizar y con esto los costos de implementación los cuales incluyen la instalación eléctrica y mecánica.

Por último para obtener una mejora continua se desea estudiar en todo momento el indicador de producción y gasto de energía eléctrica, proporcionado por un sistema computarizado. Este método dará a conocer si la producción de energía eléctrica es correcta, si en dado caso no, se dan puntos importantes para el mantenimiento predictivo y/o correctivo.

OBJETIVOS

General

Proponer el diseño de una red de energía renovable a través de la instalación de paneles fotovoltaicos para la reducción de costos de operación en la empresa Surtidora de Alta Tecnología.

Específicos

1. Establecer la capacidad máxima de la empresa del consumo de energía eléctrica para así calcular la cantidad de paneles fotovoltaicos necesarios para cubrir el gasto.
2. Buscar la mayor eficiencia de los paneles solares para disminuir en un 20 por ciento la factura de los gastos de energía eléctrica.
3. Generar una mayor utilidad de paneles solares fotovoltaicos de la empresa tras la propuesta de implementación.
4. Disminuir los daños al medio ambiente utilizando energía renovable para la creación de energía eléctrica.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el gasto del consumo de energía eléctrica es uno de los más mencionados. Cada empresa tiene un gasto diferente debido a que le proporcionan un uso distinto; por ejemplo si hay motores, máquinas, elevadores eléctricos este gasto se elevan en gran cantidad. Este es el caso de Surtidora de Alta Tecnología (SAT) ellos poseen un elevador, máquinas eléctricas tales como computadoras, fotocopiadoras, aires acondicionados, un cuarto de servidor de operaciones así como un Departamento de Reparación de Computadoras y otros Componentes Electrónicos.

Debido a este fenómeno es necesario crear una manera para reducir este gasto. A continuación se presenta un estudio sobre el beneficio económico que proviene de la instalación de paneles fotovoltaicos en la empresa SAT. Para ello, el método a utilizar para la recolección de datos es la entrevista a los gerentes de la empresa y así conocer los costos de operación y los gastos de energía eléctrica. Estos gastos se podrán corroborar por medio de evaluaciones y observaciones a las facturas contables.

Para la obtención de datos de los paneles solares se compararán datos de la industria para conocer el de mayor y así conocer el panel solar más eficiente. Para este estudio se plantea que se instale la cantidad necesaria de paneles solares para cubrir en un 20 por ciento el gasto de energía eléctrica debido al presupuesto y al espacio disponible para colocar estos. Al anular estos gastos el beneficio económico se verá reflejado en los costos de operación. Por eso en este proyecto se propone la instalación de paneles fotovoltaicos.

1. ANTECEDENTES

1.1. Historia

En 1989, fue fundada la empresa Surtidora de Alta Tecnología (SAT), con el nombre de Soporte y Asesoría Técnica (SAT), la cual contaba con una oficina de 5 empleados. Las instalaciones en las cuales la empresa inició estaban ubicadas en el edificio Torre Café, que luego, por la evolución de la tecnología y el aumento en la demanda de computadoras y accesorios, tuvieron que emigrar a unas nuevas instalaciones en el Edificio el Triángulo.

Durante estos primeros años de funcionamiento fue cuando se contrajo la primera venta mayoritaria que fue realizada por la Universidad Mariano Gálvez, para uso de los catedráticos y personal administrativo de esta institución. Este pedido fue de aproximadamente 50 computadoras completas en donde para cumplir con la orden tuvieron que viajar a Miami e importar el producto.

En 1992, las instalaciones del edificio el Triángulo, ya les era muy pequeñas debido a que la tecnología iba en avance, por lo que la demanda también lo hacía. Por consiguiente, decidieron mudar sus instalaciones de algunos departamentos a un lugar más grande, y dispusieron cambiar estos a la 6ta. Avenida 14 – 42 zona 9, teniendo en cuenta que las oficinas anteriores no cerrarían para así evitar perder clientela.

Debido a que varias personas tenían que viajar a menudo para comprar producto a Miami, (SAT) decidió abrir una nueva instalación ubicada en Miami, Florida. Esta idea de abrir la sucursal en los Estados Unidos le permitió mejorar el servicio de compra y entrega de producto, por lo que la empresa empezó a ser reconocida en el país.

En 1994, se cerraron las instalaciones del edificio el Triángulo y se abrió una nueva oficina en la 4 avenida de la zona 9, ya orientada a la venta por mayoreo, en ese entonces llamada Soporte y Asesoría Técnica. En 1998, SAT decidió colocar una bodega y un supermercado para mejorar el servicio a los mayoristas en sus instalaciones. Durante ese mismo año la empresa cambió de nombre a Surtidora de Alta Tecnología dejando las tres siglas iguales (SAT).

En el 2000, la empresa vuelve a cambiarse de lugar esta vez al Boulevard Liberación 2 – 53 zona 9, que contaba con un lugar mucho más amplio y mejor ubicado y es donde se encuentra actualmente.

Durante el 2003, SAT decidió dar un paso más y creó su propia marca llamada Cybertech OAC. Durante los últimos años, la empresa ha logrado conseguir una aceptación muy buena de parte de los clientes por lo que ahora cuenta con sucursales en Xela, El Salvador, Honduras y Costa Rica.

1.2. Misión y visión de la empresa

La misión y visión de la empresa Surtidora de Alta Tecnología se proporcionan para verificar la madurez del personal y se toma una idea de los objetivos a corto, mediano y largo plazo, estas son las siguientes:

- Misión

“Somos una corporación que cuenta con sucursales en China, Estados Unidos y América Central, surtimos y desarrollamos productos de tecnología de marcas reconocidas y de nuestra propia marca, basándonos en satisfacer las necesidades de nuestros clientes.”¹

- Visión

“Ser una Corporación en continuo crecimiento, reconocida a nivel internacional por su marca privada Cybertech, proporcionar calidad de servicio a nuestros distribuidores y consumidores, ampliación de oportunidades y desarrollo profesional y personal de sus empleados y una contribución positiva para la sociedad.”²

- Valores

¹ Surtidora de Alta Tecnología

² BID

Los valores éticos que la empresa SAT cuenta son esenciales para el buen funcionamiento y para la imagen que los gerentes desean dar. La empresa se caracteriza por brindar una buena calidad de equipos a los clientes y por satisfacer en todo sentido durante el servicio de venta por mayor. Los siguientes valores son los que la empresa se compromete a ofrecer:

- Compromiso: dar lo mejor de cada uno de los colaboradores
- Servicio: responder de manera oportuna a las necesidades de nuestros clientes
- Calidad: hacer las cosas bien
- Honestidad: trato ético y profesional a la comunidad en general
- Desarrollo: fomentar el interés por la preparación y la actualización
- Respeto: valorar a las personas y al medio ambiente, trabajo en equipo
- Responsabilidad social

1.3. Línea de productos

La industria Surtidora de Alta Tecnología maneja varios productos, que van desde simples accesorios para uso diario como teclados, audífonos, monitores, bocinas; hasta computadoras completas o equipos de proyección. La empresa maneja una gran variedad de marcas, pero desde hace algunos años ellos se enfocan más en vender su propia marca llamada Cybertech OAC.

Las marcas que se describen a continuación son las preferidas por los clientes, según las entrevistas realizadas al gerente de ventas y al gerente general de la empresa Surtidora de Alta Tecnología en el mes de Junio del 2012.

- Cybertech OAC

Esta marca fue creada por la empresa Surtidora de Alta Tecnología hace 9 años, la cual empezó con una idea de hacer equipo de cómputo. Decidieron enfocarse en ello y empezaron por hacer bocinas, *mouses* y teclados. Luego decidieron aumentar la demanda a través de mejorar la tecnología empleada y decidieron hacer monitores, computadoras completas, entre otros tipos de accesorios.

En la actualidad, esta marca es reconocida a nivel centroamericano y el gran avance tecnológico en el mundo hizo que ahora se produzcan muchos más accesorios para las computadoras.

La característica más reconocida de esta marca es que todo el equipo de cómputo es muy económico, debido a que tiene los precios más accesibles dentro del mercado. Debido a esta característica muchas empresas y entes del gobierno han establecido contratos con la empresa para ser clientes especiales y que siempre estén a su disposición en cualquier emergencia.

Esta marca va en un gran asenso y se han logrado ventas importantes durante los últimos años. Se venden alrededor de 3 500 computadoras personales Cybertech y 2500 *laptops*, *netbooks* y *tablets* Cybertech mensualmente a nivel centroamericano. Algunos de los productos que Surtidora de Alta Tecnología comercializan son los siguientes:

- Audífonos
- Teclados
- Cámaras Web
- Computadoras Desktop
- Monitores
- Audífonos
- Bocinas
- Muebles para computadora
- Sillas de escritorio
- *Mouses*

Figura 1. **Logotipo Cybertech OAC**



Fuente: empresa Surtidora de Alta Tecnología.

- Microsoft

Comercializa esta marca debido a su especialización en software y programas para computadora. Estos sistemas son sumamente amigables, eficientes, confiables, seguros y sobre todo, de fácil instalación. Desde 1998, Surtidora de Alta Tecnología es un distribuidor autorizado de Microsoft, pero desde el inicio de la empresa se venden estos productos. Algunos de los productos que ahora se comercializan son los siguientes:

- Software Aplicación Microsoft Office Starter 2010
- Software Aplicación Microsoft Office 2010 FPP Home And Student
- Software Aplicación Microsoft Office 2010 FPP Home And Business
- Software Sistema operativo Microsoft Windows 7 Starter
- Software Sistema operativo Microsoft Windows 7 Pro
- Software Sistema operativo Microsoft Windows 7 Home Basic
- Software Sistema operativo Microsoft Windows 7 Ultimate

Figura 2. **Logotipo Microsoft**



Fuente: Microsoft. <http://www.microsoft.com/es-gt/default.aspx>. Consulta: 12 de mayo de 2013.

- *LG Life is good*

Esta marca posee diferentes tipos de productos en todo el mundo que van desde línea blanca, electrodomésticos hasta equipo de computación. En Surtidora de Alta Tecnología se comercializan varios de los productos de cómputo que LG posee, que en general son productos secundarios algunos de ellos son los siguientes:

- Monitores LED
- Monitores LCD
- DVDs
- Quemadores

- Proyectores
- Discos Externos
- Tarjetas de red

Las características más importantes que distinguen a LG son su excelente calidad, la durabilidad del producto y la garantía que cubre en algunos productos hasta 3 años y el cambio del mismo es inmediato. La marca se encuentra trabajando con SAT desde el 2001 debido a que los productos de cómputo son relativamente nuevos.

Figura 3. **Logotipo LG**



Fuente: LG Electronics. <http://www.lg.com/pa>. Consulta: 12 de mayo de 2013.

- Epson

Epson es una empresa que se enfoca en la imagen, por esto se entiende que no solo capturan una imagen sino también en la impresión de ellas. Lo que lo diferencia de la competencia es la calidad de impresión, la innovación de productos diferentes y las garantías que los estos poseen. Algunos de los productos Epson que Surtidora de Alta Tecnología comercializa son los siguientes:

- Projectores
- Impresora por inyección
- Impresoras láser
- Suministros
- Tinta
- Cámaras digitales
- Pantallas

Las razones por la cual la empresa Surtidora de Alta Calidad vende este tipo de productos son: por su excelente calidad en la impresión y en la proyección. En los años que se ha vendido la marca Epson nunca ha fallado y si falla la empresa ofrece un cambio del producto inmediatamente si su garantía lo permite.

Figura 4. **Logotipo Epson**



Fuente: Epson. <http://www.epson.com>. Consulta: 12 de mayo de 2013.

- Acer

Es una empresa taiwanesa que produce equipo de cómputo y productos informáticos. Esta marca es el segundo mayor fabricante de computadoras del mundo lo cual hace un excelente proveedor para la empresa Surtidora de Alta Tecnología. Los productos que SAT comercializa de la marca Acer son los siguientes:

- Computadoras desktop
- *Netbooks*
- Monitores
- *Laptops*
- *Tablets*

Esta marca por ser reconocida a nivel mundial genera muchos beneficios a la empresa por lo que es una marca consolidada dentro de los clientes. Se diferencia de las otras por ser un producto más económico y ser de gran calidad.

Figura 5. **Logotipo Acer**



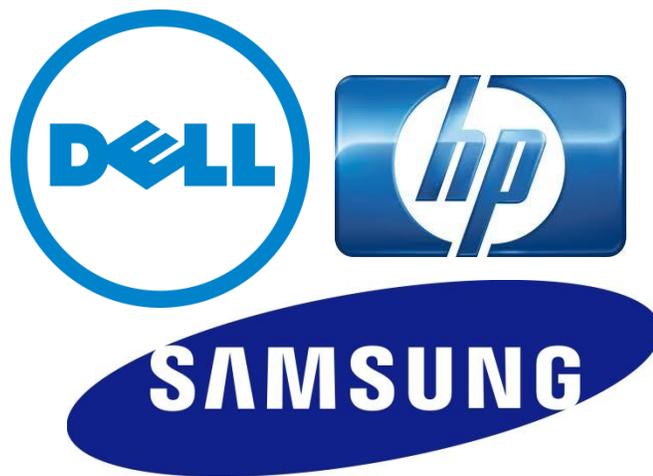
Fuente: Acer. <http://www.acer.com>. Consulta: 12 de mayo de 2013.

- **Otras marcas**

Surtidora de Alta Tecnología no sólo comercializa las marcas anteriormente descritas sino también existe una variedad de equipo de cómputo como por ejemplo computadoras, proyectores, impresoras, cámaras, pantallas, teclados, entre otros. Dependiendo de las exigencias y el nivel económico de los clientes así son los productos, es por esto que SAT comercializa otras marcas como:

- Samsung
- Benq
- HP
- Intel
- Toshiba
- Dell

Figura 6. Logotipos de otras marcas



Fuente: elaboración propia.

1.4. Mercado de la empresa

Surtidora de Alta Tecnología se enfoca en las ventas por mayor, esto no quiere decir que no se venda por unidad a los clientes que lo necesiten. El principal mercado de la empresa está enfocado en vender la tecnología de más alta calidad que ellos poseen por mayor a supermercados y tiendas de cómputo y electrodomésticos, este mercado la empresa lo llama *retail*.

En el tipo de mercado *retail* los clientes se enfocan en la reventa del equipo de cómputo, que fue comprado a Surtidora de Alta Tecnología, para el consumidor final. En este mercado tenemos los siguientes clientes:

- Walmart
- Paiz
- Club Co
- Pricemart
- La Torre

Figura 7. **Logos de mercados *retail***



Fuente: elaboración propia.

El siguiente mercado está enfocado al mayoreo para empresas, colegios, universidades y entidades del gobierno tales como municipalidades de toda Guatemala, Ministerios, el Congreso de Guatemala, entre otros. Este mercado también es muy rentable para la empresa debido a que con el gobierno ha logrado obtener contratos abiertos durante los últimos 4 años en ciertos productos tales como cañoneras y pantallas para proyección.

Por último, se encuentra el mercado minorista el cual no es el cliente meta, pero para la empresa es importante mantener nuevos productos por lo que sí se surte pedidos a clientes que desean comprar por unidad.

1.5. Crecimientos y logros

Debido a la aceptación que de la empresa ha obtenido durante los últimos años; ha crecido de gran manera. De iniciar en 1989 solo con una oficina de 2 personas, ahora es una empresa internacional con más de 200 empleados. En el 2000, ocurrieron los primeros grandes cambios en donde se iniciaron con una nueva instalación en el bulevar Liberación y se abrió una sucursal en Xela, Quetzaltenango.

En los próximos años se abrieron otras sucursales pero en el extranjero empezando por El Salvador, Honduras (San Pedro Sula y Tegucigalpa) y por último Costa Rica. En los últimos años de la empresa un logro importante es el tener contrato abierto en algunos productos con el gobierno, esto les ha dado muchas ganancias en los últimos años.

Figura 8. Sucursales de la empresa Surtidora de Alta Tecnología



Fuente: empresa Surtidora de Alta Tecnología.

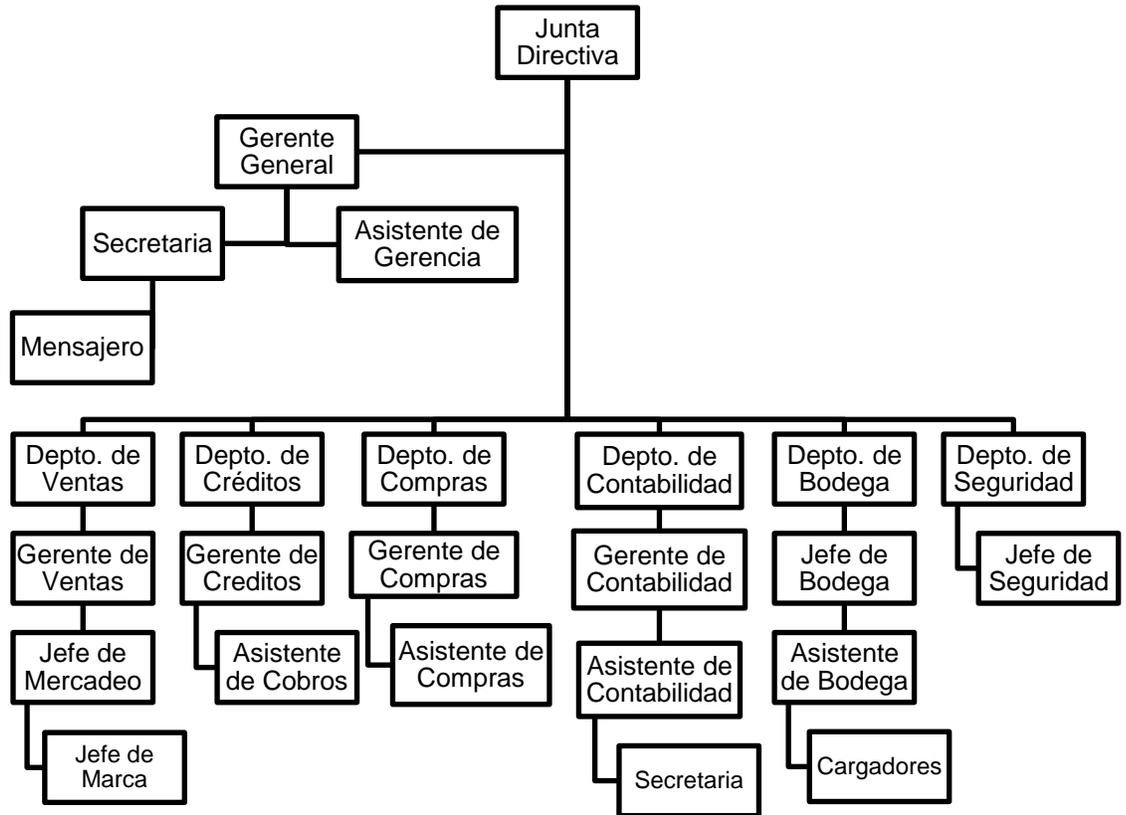
SAT es una de pocas empresas de Tecnología con oficina de compras en Miami, Florida. Este logro le permite a la empresa enviar pedidos diarios a cualquier parte de Centroamérica y con esto satisfacer al cliente que desea comprar equipo de cómputo.

El crecimiento y logro más importante de Surtidora de Alta Tecnología en la historia de la empresa es el haber creado una marca propia (Cybertech OAC), lo cual solo pocas empresas logran esto. Además SATes una de las pocas empresas en Centroamérica en tener una fábrica propia y una oficina de consolidación de productos en China.

1.6. Descripción de la estructura organizacional

En la actualidad Surtidora de Alta Tecnología cuenta con más de 200 empleados distribuidos en diferentes departamentos y países de Centroamérica y Estados Unidos. La Junta directiva y los gerentes de la empresa se encuentran en Guatemala que es la principal fuente de ingresos de la empresa.

Figura 9. **Organigrama de la empresa Surtidora de Alta Tecnología**



Fuente: elaboración propia.

- Descripción

Dentro de los elementos que forman parte del organigrama de la empresa, se observa que Surtidora de Alta Tecnología cuenta con una Junta Directiva, un gerente general, un asistente de gerencia general, un gerente para cada uno de los departamentos, un asistente para cada uno de los departamentos y además el personal necesario tales como secretarias, cargadores, jefes seguridad; para que SAT pueda brindar un buen servicio a los clientes.

La Junta Directiva es la encargada de la dirección y operación de la organización, ella desarrolla las metas y las estrategias necesarias para promover el mercado y para lograr crecer a un más dentro de la industria de la tecnología.

El gerente general junto a su asistente y secretaria son los encargados y responsables de la operación de la organización, además deben de tomar las decisiones para el buen cumplimiento de las metas y estrategias que la Junta Directiva propuso. Ellos deben de velar por el buen funcionamiento de todos los departamentos que la posee.

Los gerentes, asistentes y jefes deben encargarse del buen funcionamiento de su departamento traduciendo las metas y estrategias recibidas por el gerente general en objetivos y planes específicos para lograr su implementación.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

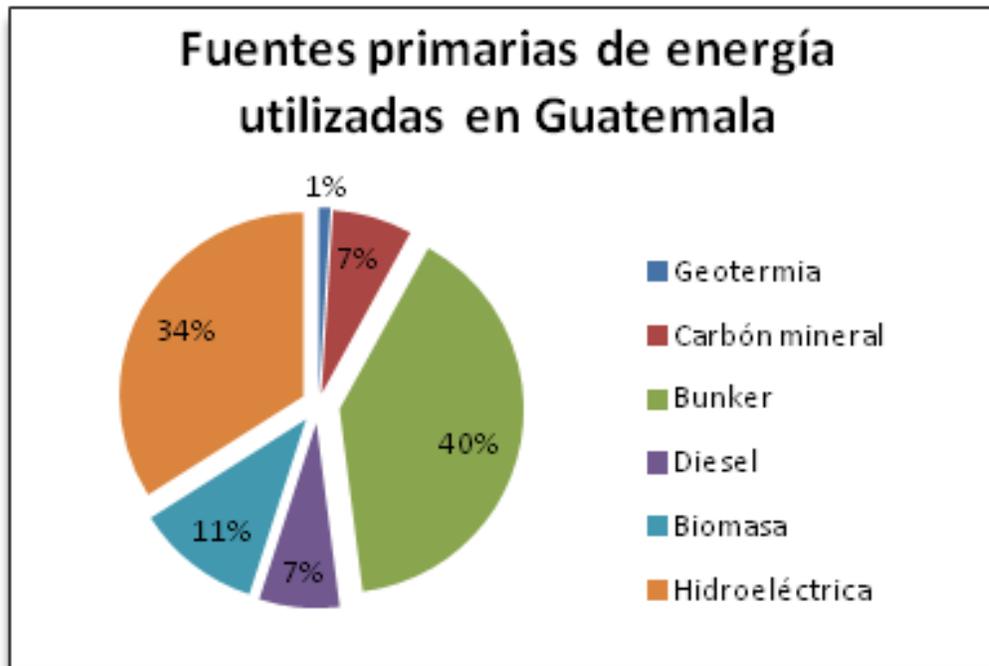
2.1. Consumo de energía

El consumo de energía es la cantidad de kilowatt hora que un elemento o un conjunto de elementos consume para que este funcione. Este consumo depende de varios factores tales como el tamaño del equipo, cantidad de equipo conectados y la calidad de la energía. El primer paso para conocer de donde proviene el consumo de energía consiste en saber cómo se genera, se enfoca en Guatemala.

- Generación de energía

En Guatemala la generación de energía eléctrica se genera de la siguiente manera: por medio de las centrales geotérmicas, centrales hidroeléctricas, el uso de biomasa y productos derivados del petróleo como lo son: el *bunker* y el diesel. Esto quiere decir que en Guatemala no se genera energía solar, teniendo un gran potencial para generarla. En la siguiente figura, se muestran los tipos de energía que en Guatemala se generan y cuál es la que mayor proporción tiene.

Figura 10. Fuentes de generación de energía eléctrica en Guatemala



Fuente: SWERA. www.swera.unep.net. Consulta: 21 de mayo de 2013.

- Energía geotérmica

Este tipo de energía es aquella que se obtiene aprovechando el calor interno de la Tierra. Este calor eleva la temperatura del agua acumulada en el subsuelo, transformándola en vapor. Si las características de la roca que rodea el punto de transformación del agua en vapor son las adecuadas el vapor se almacena en grandes reservorios y puede ser extraído y utilizado de diversas formas.

Guatemala cuenta con dos centrales geotérmicas, que producen alrededor de 24 megawatts cada una. La producción de energía producida por las centrales geotérmicas son abastecen al Sistema Internacional Conectado para surtir las necesidades de energía eléctrica. El recurso geotérmico es por ley propiedad del estado por lo que sólo puede ser explotado a través de concesiones que otorga el INDE en contratos a las empresas interesadas en generar con este recurso.

- Energía hidráulica

Este tipo de energía es aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial, de la corriente del agua, saltos de agua o mareas. Esta energía es transformada en mecánica por medio de ruedas y álabes, la cuales forman turbinas en dónde nuevamente la energía se transforma de mecánica a eléctrica. Las centrales hidroeléctricas son el resultado actual de la evolución de los antiguos molinos que aprovechaban la corriente de los ríos para mover una rueda.

En Guatemala, la generación de energía inició con una hidroeléctrica en la finca El Zapote, en el norte de la ciudad capital. Luego se unieron otras hidroeléctricas a la generación por la fuerza del agua, estas fueron situadas en Palin, Santa María, Jurun Marinalá y Aguacapa. Una de las últimas centrales instaladas fue la de Chixoy, la cual es la más grande del país con una capacidad de 275 megawatts.

Figura 11. **Hidroeléctrica Chixoy**



Fuente: SWERA. www.swera.unep.net. Consulta: 21de mayo de 2013.

- **Energía por biomasa**

La energía por biomasa también llamada bioenergía es del tipo renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica e industrial formada en algún proceso biológico o mecánico. Generalmente es sacada de los residuos de las sustancias que constituyen los seres vivos como lo son las plantas, animales, entre otros. La biomasa es utilizada en calderas, que por medio de combustión generan calor y presión para la generación de vapor y energía eléctrica.

En Guatemala, este tipo de energía es muy utilizada debido a la fuerte industria del azúcar. El azúcar es obtenida por medio de la caña, en donde el proceso es ser exprimido y luego quemado totalmente. Al finalizar, la fabricación del azúcar resulta es el bagazo, el cual es quemado dentro de la caldera para crear calor y presión.

Figura 12. **Biomasa utilizada en calderas de ingenios**



Fuente: ingenio Pantaleón. www.pantaleon.com. 21 de mayo de 2013.

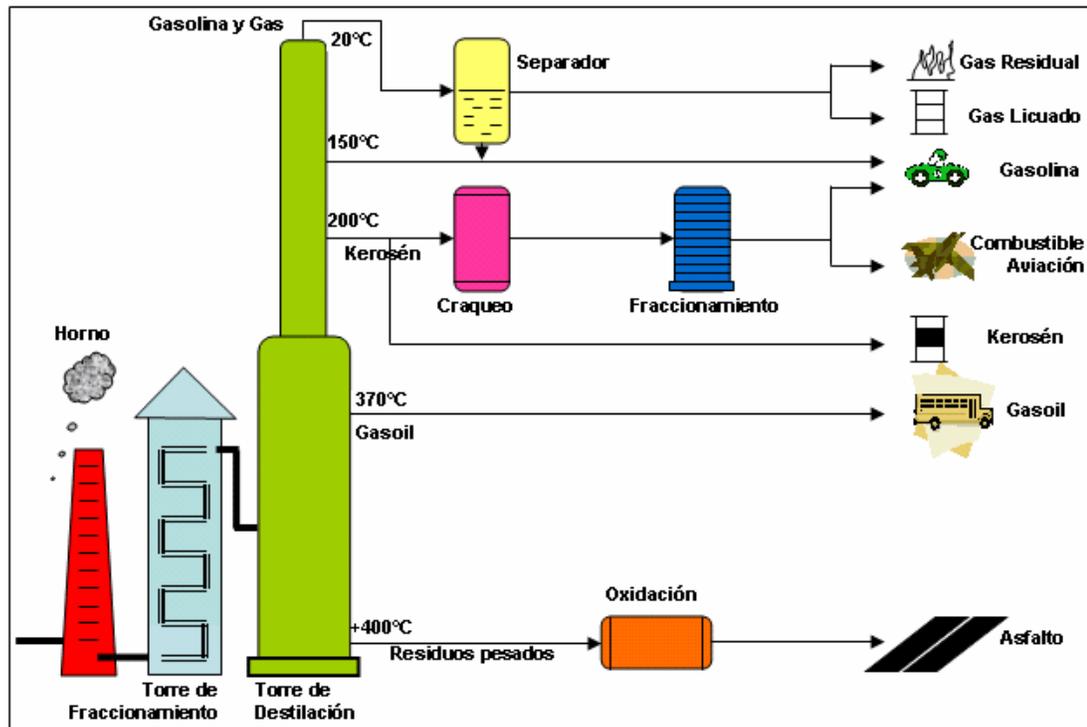
- Energía del petróleo

El petróleo es una mezcla homogénea de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos insolubles en agua. También es conocido como petróleo crudo o simplemente crudo. Es un recurso natural no renovable y actualmente también es la principal fuente de energía en los países desarrollados. Se produce en el interior de la Tierra, por transformación de la materia orgánica acumulada en sedimentos del pasado geológico y puede acumularse en trampas geológicas naturales, de donde se extrae mediante la perforación de pozos.

Para la generación de energía no se utiliza el petróleo en sí, sino una refinación. Este proceso genera mucha diversidad de productos como: aceites, gasolina, diesel, *bunker*, otros. Los más utilizados para la generación de energía son el bunker y el diesel.

- *Bunker*: es un combustible residual que se obtiene de la destilación y refinación de los hidrocarburos, generalmente tiene un precio bajo por ser fabricado de residuos, es por esto que se prioriza su uso en aplicaciones donde el consumo de energía es importante, como las aplicaciones navales, la generación eléctrica, calderas, acerías, y otros.
- Diesel: es un hidrocarburo líquido de densidad sobre 832 kilogramos por metro cúbico, compuesto fundamentalmente por parafinas y utilizado principalmente como combustible en calefacción y en motores diesel.

Figura 13. Refinación del petróleo



Fuente: petróleo, proceso y refinado. www.profesorenlinea.cl. Consulta: 21 de mayo de 2013.

- Energía solar

La energía solar es la energía obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol. La radiación solar ha sido aprovechada por los seres humanos desde la antigüedad, utilizando diferentes tecnologías para su buen uso. En la actualidad, el calor y la luz del sol pueden aprovecharse por medio de captadores como células fotovoltaicas que pueden transformarla en energía eléctrica o térmica.

En Guatemala no existe ninguna central solar que transforme la energía a través de paneles solares, solo existen empresas que utilizan paneles solares para el ahorro monetario, causado por el mal uso de la energía eléctrica. En muchos países industrializados existen centrales solares que generan hasta 19,9 megawatts de potencia, como lo es Gemasolar situada en Andalucía, España.

Figura 14. **Central solar en Andalucía, España**



Fuente: gemasolar. www.torresolenergy.com. 21 de mayo de 2013.

- Consumo de energía eléctrica en SAT

Después de conocer los diferentes tipos de generación de energía se detallan los aparatos eléctricos que consumen energía dentro de la empresa Surtidora de Alta Tecnología, a continuación se detallan los de mayor consumo:

- Ascensor

El ascensor de la empresa es para tres niveles por lo que se necesita un motor de 230 Vatios y 17 Amperios, con lo que el consumo del motor es de 3,91 kilowatt hora, se supone que siempre lleva dos personas a bordo el consumo se eleva aproximadamente 1,4 del consumo normal, debido al peso de las personas. Si el ascensor se usa 1,5 horas diarias en total, da un aproximado de 8,21 kilowatt hora al día consumido por el motor.

Figura 15. **Elevador de Surtidora de Alta Tecnología**



Fuente: empresa Surtidora de Alta Tecnología (SAT).

Además está el cálculo de las 4 luminarias de 18 watts cada una funcionando las 24 horas al día, por lo que el consumo diario es de 1,73 kilowatts hora debido a las luminarias. A continuación se obtiene el cálculo de los kilowatt hora al mes debido al ascensor.

$$230V * 17A = 3,91 \text{ kw-h}$$

$$3,91 \text{ kw-h} * 1,4 \text{ peso} * 1,5 \text{ horas} = 8,21 \text{ kw-h al día}$$

$$8,21 \text{ kw-h} + 1,73 \text{ kw-h de luminarias} = 9,94 \text{ kw-h al día}$$

$$9,95 \text{ kw-h} * 25 \text{ días} = 248,75 \text{ kw-h al mes}$$

- Horno microondas

En la empresa se encuentran 3 hornos microondas que se usan a la hora de almuerzo, en general se usan unos 15 minutos al día cada uno. En promedio un horno microondas consume 1,2 kilowatts por lo que en total se tiene un consumo de 22,5 kilowatts al mes. A continuación se obtiene el cálculo de los kilowatt al mes debido al horno microondas.

$$1,2 \text{ kw-h por microondas} * 0,25 \text{ kw-h} = 0.3 \text{ kw-h por microondas}$$

$$0.3 \text{ kw-h microondas} * 3 \text{ hornos microondas} = 0.9 \text{ kw-h al día}$$

$$0.9 \text{ kw-h al día} * 25 \text{ días} = 22,5 \text{ kw-h al mes}$$

Figura 16. **Horno microondas de Surtidora de Alta Tecnología**



Fuente: empresa Surtidora de Alta Tecnología (SAT).

- Computadoras

Estas son un gasto fuerte para la empresa debido a que se mantienen aproximadamente 30 encendidas por 8 horas cada día. El equipo de cómputo es utilizado para ofrecer el producto a los clientes, para las ventas y para los oficinistas de la empresa.

En promedio, una computadora completa con sus accesorios tales como impresora, monitor, procesador y bocinas consume alrededor de 0,5 kilowatt hora, entonces se tiene un consumo diario de 120 kilowatt hora al día y 3 000 kilowatt hora al mes. A continuación se obtiene el cálculo de los kilowatt hora al mes debido a las computadoras.

$$0,5 \text{ kw-h} * 8 \text{ horas} = 4 \text{ kw-h al día por computadora}$$

$$4 \text{ kw-h} * 30 \text{ computadoras} = 120 \text{ kw-h al día}$$

$$120 \text{ kw-h al día} * 25 \text{ días} = 3000 \text{ kw-h al mes}$$

Figura 17. **Computadoras de Surtidora de Alta Tecnología**



Fuente: empresa Surtidora de Alta Tecnología (SAT).

- Iluminación

La empresa cuenta con alrededor de 50 luminarias, 15 de ellas son de 36 watts, 30 son de 18 watts y 5 son de 100 watts. Suponiendo que las de 36 y 18 watts tienen un uso diario promedio de 5 horas al día y las de 100 watts tienen un uso promedio de 1 hora, se tiene un consumo de 5,9 kilowatts hora al día y 147,5 kilowatts hora al mes. A continuación se obtiene el cálculo de los kilowatts hora al mes debido a la iluminación.

$$36 \text{ watts} * 5 \text{ horas} * 15 \text{ luminarias} = 2,7 \text{ kw-h al día}$$

$$18 \text{ watts} * 5 \text{ horas} * 30 \text{ luminarias} = 2,7 \text{ kw-h al día}$$

$$100 \text{ watts} * 1 \text{ hora} * 5 \text{ luminarias} = 0,5 \text{ kw-h al día}$$

$$\text{Total} = 5,9 \text{ kw-h al día y } 147,5 \text{ kw-h al mes}$$

Figura 18. **Luminarias de Surtidora de Alta Tecnología**



Fuente: empresa Surtidora de Alta Tecnología (SAT).

- Aire acondicionado

El aire acondicionado dentro de la empresa Surtidora de Alta Tecnología es vital debido a que el cuarto de servidores debe estar completamente acondicionado. La empresa cuenta con 7 equipos de acondicionamiento de aire, 2 para el uso del cuarto de servidores y 5 para uso del personal.

Suponiendo que se usarán los 2 equipos de acondicionamiento del cuarto de servidores durante las 24 horas al día, y los otros 5 equipos de acondicionamiento para las oficinas durante 6 horas al día, suponiendo que un promedio de un aire acondicionado sencillo consume alrededor de 0,5 kilowatts hora. A continuación se obtiene el cálculo de los kilowatts hora al mes debido al aire acondicionado.

$0,5 \text{ kw-h} * 24 \text{ horas} * 2 \text{ aparatos} = 24 \text{ kw-h al día}$

$0,5 \text{ kw-h} * 6 \text{ horas} * 5 \text{ aparatos} = 15 \text{ kw-h al día}$

Total= 39 kw-h al día y 975 kw-h al mes

Figura 19. **Aire acondicionado de Surtidora de Alta Tecnología**



Fuente: elaboración propia.

El total de los aparatos eléctricos que más consumen energía eléctrica dentro de la empresa, es: 175,75 kilowatts hora al día y 4 393,75 kilowatts hora al mes. A continuación se presenta una tabla con los datos de cada aparato eléctrico.

Tabla I. **Consumo de energía por aparatos**

| Aparato | Consumo en Kilowatt hora al día | Consumo en Kilowatt hora al mes |
|--------------------|--|--|
| Ascensor | 9,95 | 248,75 |
| Horno microondas | 0,90 | 22,50 |
| Computadoras | 120,00 | 3 000,00 |
| Iluminación | 5,90 | 147,50 |
| Aire Acondicionado | 39,00 | 975,00 |
| Total | 175,75 | 4 393,75 |

Fuente: elaboración propia.

2.2. Gastos de energía eléctrica

El gasto de energía eléctrica de una empresa es vital para su funcionamiento, dentro de Surtidora de Alta Tecnología la energía eléctrica se utiliza para el funcionamiento de los servidores, las computadoras para las ventas del equipo de cómputo, para la luz de las oficinas de los gerentes, para las computadoras de los jefes de departamentos, secretarias, contadores. A través de las facturas de enero a mayo del 2012 proporcionadas por el Gerente de Contabilidad, fue posible obtener los siguientes datos:

Tabla II. **Consumo de energía**

| Mes | Consumo en Kilowatt hora al mes | Costo de Kilowatt hora en Quetzales | Consumo en Quetzales |
|------------|--|--|-----------------------------|
| Enero | 5 768,65 | 1,558212 | 8 988,77 |
| Febrero | 5 924,63 | 1,542624 | 9 139,47 |
| Marzo | 5 876,35 | 1,542624 | 9 064,99 |
| Abril | 5 715,27 | 1,542624 | 8 816,51 |
| Mayo | 5 879,86 | 1,635392 | 9 615,87 |

Fuente: elaboración propia.

Aproximadamente se consumen 5 832,95 kilowatts hora al mes teniendo un costo aproximado de Q 9 125,13. Durante el mes de febrero se vio que el consumo de energía eléctrica fue mayor, por lo que se enfoca en este mes para realizar los cálculos posteriores.

2.3. Costos de operación

El costo de operación de una empresa es la valoración monetaria de la suma de recursos destinados a la administración, operación y funcionamiento de una empresa u organismo. Esto quiere decir que estos costos son variables cada mes; por ejemplo: gastos de administración, gastos de representación, combustible, energía eléctrica, agua potable.

2.3.1. Gastos de administración

Estos gastos se originan en el área administrativa y están relacionados con la dirección y manejo de las operaciones generales de la empresa. Dentro de estos gastos se incluyen los sueldos del director general, del personal de gerencia y del personal de contabilidad y secretarias. Al realizar entrevista con el Gerente de Contabilidad fue posible obtener los siguientes datos:

Tabla III. Gastos de administración

| Puesto | Cantidad | Sueldo (Q) | Total (Q) |
|-------------------------|----------|------------|------------|
| Gerente General | 1 | 20 000,00 | 20 000,00 |
| Gerente de Ventas | 1 | 15 000,00 | 15 000,00 |
| Gerente de Créditos | 1 | 12 000,00 | 12 000,00 |
| Gerente de Compras | 1 | 15 000,00 | 15 000,00 |
| Gerente de Contabilidad | 1 | 15 000,00 | 15 000,00 |
| Jefe de Bodega | 1 | 10 000,00 | 10 000,00 |
| Jefe de Seguridad | 1 | 6 000,00 | 6 000,00 |
| Jefe de Mercadeo | 1 | 10 000,00 | 10 000,00 |
| Jefe de Marca | 1 | 8 000,00 | 8 000,00 |
| Secretarias | 2 | 4 000,00 | 8 000,00 |
| Asistentes | 5 | 4 000,00 | 20 000,00 |
| Total | 16 | | 139 000,00 |

Fuente: elaboración propia.

La empresa Surtidora de Alta Tecnología tiene gastos de administración aproximadamente de Q.139 000,00 al mes, tomando en cuenta sueldos de Gerentes, Jefes, secretarias y asistentes.

2.3.2. Gastos de representación

Los gastos de representación están destinados a ser imagen de la empresa ante clientes y proveedores. Este tipo de gasto hace referencia a las relaciones públicas llevadas a cabo por los administradores con la intención de recibir un beneficio comercial en un futuro. En este gasto, se pueden mencionar los de hospedaje de un cliente o alimentación de un directivo. Realizando la entrevista con el Gerente de Contabilidad fue posible obtener lo siguiente:

- En el mes de febrero de 2012 viajaron 3 directivos hacia Miami con lo que incurrieron en un gasto de Q. 4 500,00 cada uno. Este monto incluyó el hospedaje, la alimentación de dos días y una noche, el boleto aéreo y los viáticos de cada uno de los directivos.
- En el mes de mayo de 2012 viajó un directivo por 15 días por lo que el gasto que se incurrió fue de Q. 15 000,00. Este monto incluyó el hospedaje, la alimentación de los 15 días, el boleto aéreo y los viáticos del directivo.
- Un empleado de Surtidora de Alta Tecnología viaja dos veces por mes a Tegucigalpa, Honduras en donde el gasto de representación por cada vez era de Q. 1 500,00.

Los datos muestran que se tienen gastos fijos de representación de Q 3 000,00 al mes, los otros gastos son variables pero aproximadamente se encuentran entre Q 15 000,00 al mes. En total de gastos de representación son alrededor de Q 18 000,00 al mes.

2.3.3. Otros gastos variables

Dentro de los gastos variables a contemplar se tiene el consumo de agua potable, combustible y el consumo de energía eléctrica. A continuación se detallan los gastos variables de la empresa Surtidora de Alta Tecnología.

- Agua potable

El consumo de agua potable o para el consumo humano dentro de las instalaciones de SAT es aproximadamente de 89 metros cúbicos por mes. Dentro de la empresa, el agua se utiliza en los baños, en la cocina y para el riego de las áreas verdes. La tarifa depende del rango en que se encuentre el consumo, si es de 61 a 120 metros cúbicos el precio es de Q. 4,48 más el 20 por ciento por el servicio del alcantarillado, más Q. 16,00 por el cargo fijo más el IVA total a pagar. En total tenemos un gasto total de Q. 495,58.

- Combustible

El combustible usado por Surtidora de Alta Tecnología depende de las ventas que la empresa posea. En promedio, el gasto en combustible es de 65 galones por panel, normalmente se usan 3 paneles para el transporte de los productos. En el mes de febrero el promedio del combustible diesel fue de Q. 32,40 por galón por lo que da un gasto total de Q. 6 318,00.

- Energía eléctrica

El cálculo de la energía eléctrica fue descrito anteriormente y se toma como referencia el mes de febrero que fue donde hubo más consumo de Kilowatt hora. En este mes el gasto de energía eléctrica fue de Q. 9 139,47.

2.4. Cuantificación de costos de operación

El total de los costos de operación dentro de la empresa Surtidora de Alta Tecnología, en el mes de febrero del 2012, fue de aproximadamente de Q. 172 953,05.

Tabla IV. **Costos de operación**

| Tipo de Gasto | Gasto (Q) |
|--------------------------|------------------|
| Gastos de Administración | 139 00,00 |
| Gastos de Representación | 18 000,00 |
| Agua Potable | 495,58 |
| Combustible | 6 318,00 |
| Energía Eléctrica | 9 139,47 |
| Total | 172 53,05 |

Fuente: elaboración propia.

3. PROPUESTA DE MEJORA

3.1. Determinación de cantidad de paneles solares

Un panel solar es un dispositivo que aprovecha la energía generada a través de la radiación solar. Existen tres tipos; paneles solares termodinámicos, paneles solares térmicos y paneles solares fotovoltaicos. Todos estos dispositivos utilizan la energía solar para transformarla en otro tipo de energía.

- Los paneles solares termodinámicos son usados popularmente debido a su bajo precio y a su mayor versatilidad. Estos dispositivos son eficientes debido a que pueden aprovechar la energía en diferentes estados meteorológicos, por ejemplo en la lluvia o en días nublados.
- Los paneles solares térmicos son los que funcionan de manera más simple, su forma de operar consiste en que los rayos de sol calienten los paneles y así generan energía. Estos son recomendables para zonas que tengan recepción directa del sol a altas temperaturas, y más utilizados en zonas rurales, donde hay espacio suficiente.
- Los otros tipos de paneles, los fotovoltaicos utilizan celdas fotovoltaicas que en su inicio fueron una revolución por su gran eficiencia y su bajo costo. Las celdas fotovoltaicas son dispositivos semiconductores capaces de convertir la energía solar en energía eléctrica a través del principio del efecto fotoeléctrico.

El efecto fotoeléctrico consiste en el desprendimiento de electrones de los metales al incidir la luz en estos, debido a la absorción por el metal de la energía de la radiación electromagnética. Dichos electrones libres se pueden dirigir a una dirección en presencia de un campo eléctrico formándose así una corriente eléctrica.

Las celdas solares se construyen de Silicio, el cual tienen cuatro electrones de valencia. Al igual que los diodos, las celdas solares basan su funcionamiento en la unión p-n, la cual está formada por dos regiones, una región n (negativa) y una región p (positiva), para crear un potencial de contacto que separa los electrones de los huecos una vez que ellos han sido desprendidos por el efecto de la radiación solar.

El material semiconductor n se produce introduciendo impurezas al cristal de Silicio. Generalmente se utiliza el fósforo, debido a que este tiene cinco electrones de valencia. Por otro lado, para el material semiconductor p, se debe de añadir al cristal de silicio impurezas trivalentes como por ejemplo el Boro.

Figura 20. **Conjunto de paneles solares**



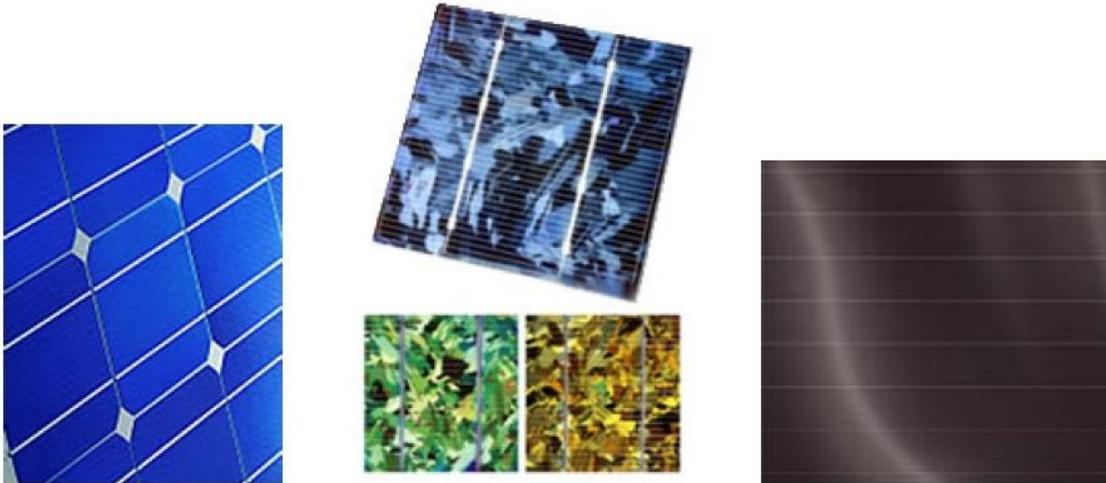
Fuente: SADESA. Cotización.

- Tipos de celdas solares

Las celdas se pueden clasificar de acuerdo al tipo de material utilizado para su fabricación. Los tres más comúnmente utilizados son: silicio monocristalino, silicio policristalino y silicio amorfo, aunque también se usan, en menor proporción: arsenuro de galio, cobre indio diselenuro y telurio de cadmio. A continuación se describen las celdas más frecuentemente utilizadas para la fabricación de celdas fotovoltaicas.

- Celdas de silicio monocristalino: estas se obtienen cortando finas obleas de 200 a 400 micrómetros de espesor a partir de una barra cilíndrica de silicio monocristalino producida en hornos especiales según el método denominado *Czchralsky*. Los paneles solares que utilizan estas celdas son de color azul homogéneo.
- Celdas de silicio policristalino: estas se fabrican con cristal de silicio fundido que se coloca en moldes especiales. Reciben su nombre debido a que la solidificación no se produce en un único cristal sino en múltiples cristales. Estas celdas tienen un espesor menor que las de silicio monocristalino, también son más económicas pero su rendimiento es menor. Los paneles con este tipo de celdas presentan diversas tonalidades de azul.
- Celdas de silicio amorfo: estas celdas se fabrican mediante la deposición de capas muy delgadas de Silicio sobre un sustrato de vidrio o cerámica. También se puede usar plástico como sustrato, obteniéndose de esta manera una celda flexible. Este tipo de celdas presenta un color marrón homogéneo y es mucho más económica que las celdas cristalinas.

Figura 21. **Tipos de celdas fotovoltaicas**



Fuente: Especificación de un sistema de generación de energía eléctrica DC/AC. p. 56.

La figura anterior muestra de izquierda a derecha las celdas de silicio monocristalinas, celdas de silicio policristalinas y celdas de silicio amorfo.

- **Fabricación de placas solares**

Para la fabricación de placas solares fotovoltaicas se utiliza una tecnología muy avanzada y compleja. Debido a esto, son muy pocas las compañías en el mundo que están capacitadas y cuentan con los recursos técnicos necesarios para producirlas.

- Proceso de fabricación
 - En una lámina de material semiconductor se introducen unos elementos llamados dopantes. Los mismos producen un exceso de electrones, y si bien no existe un desequilibrio eléctrico, se entiende que esta plancha tiene una carga negativa denominada N.³
 - Luego, en otra lámina de material semiconductor se realiza el mismo proceso anteriormente explicado, pero en esta ocasión, con otra sustancia dopante que produce que haya una falta de protones. Por este motivo se entiende que la lámina tiene una carga positiva. A la misma se la denomina P.⁴
 - Terminadas las 2 láminas, se procede a la unión P-N. El exceso de electrones N pasa al otro cristal ocupando los espacios libres en P. Se crea un campo eléctrico, la barrera impide que continúe el proceso de traspaso de electrones de una lámina a otra.⁵
 - Finalmente, el conjunto fabricado queda expuesto a la radiación solar transmiten toda su energía a los electrones de los materiales semiconductores, los cuales rompen la barrera de unión P-N y salen del semiconductor por medio de un circuito exterior, produciendo de esta forma energía eléctrica.⁶

³ Consulta electrónica:<http://placas-solares.pasoxpaso.net/473/fabricacion-de-placas-solares-fotovoltaicas>. Consulta realizada el lunes 24 de Junio, 2013.

⁴IBID

⁵IBID

⁶IBID

- Funcionamiento de los paneles solares

Cuando el conjunto queda expuesto a la radiación solar, los fotones contenidos en la luz transmiten su energía a los electrones de los materiales semiconductores que pueden entonces romper la barrera de potencial de la unión P-N y salir del semiconductor a través de un circuito exterior, produciéndose así corriente eléctrica.⁷

El módulo más pequeño de material semiconductor con unión P-N y por lo tanto con capacidad de producir electricidad es denominado célula fotovoltaica. Estas células fotovoltaicas se combinan de determinadas maneras para lograr la potencia y el voltaje deseados. Este conjunto de células sobre el soporte adecuado y con los recubrimientos que le protejan convenientemente de agentes atmosféricos es lo que se denomina panel fotovoltaico.⁸

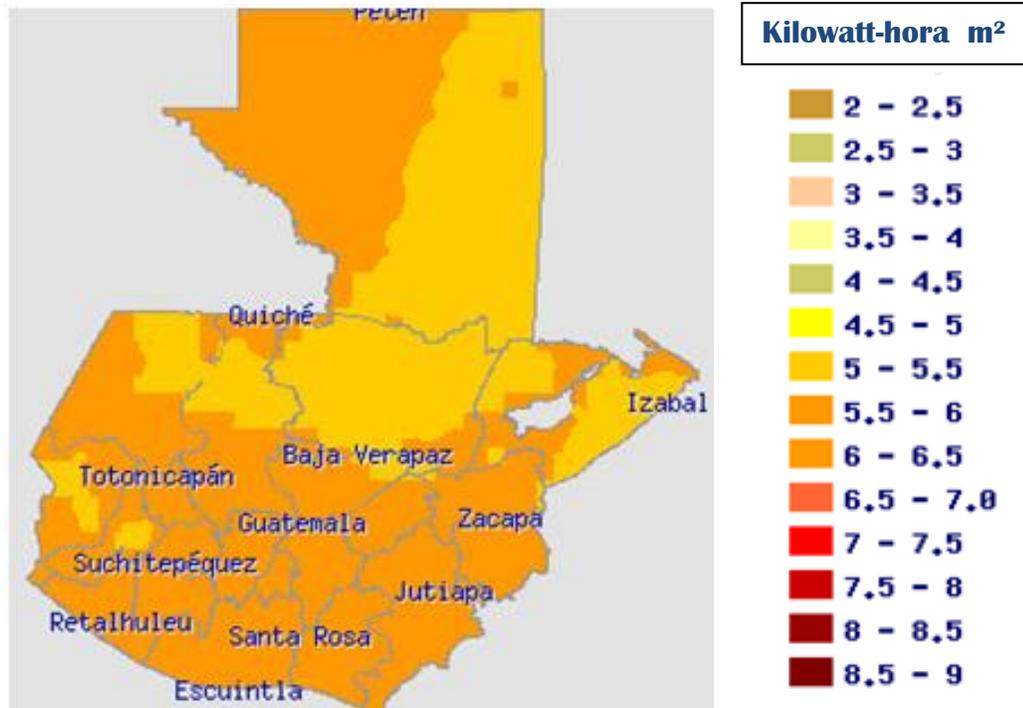
- Aprovechamiento de la energía solar

La energía generada por los paneles solares depende del tipo de panel solar por ejemplo, hay paneles de 60 watts y hay otros de hasta 1 kilowatt, dependiendo del rendimiento que la marca indica. La siguiente figura indica el promedio de energía aprovechada por radiación solar dentro de los límites fronterizos de Guatemala medidos en kilowatt hora por metro cuadrado por día.

⁷Consulta electrónica:<http://placas-solares.pasoxpaso.net/473/fabricacion-de-placas-solares-fotovoltaicas>. Consulta realizada el lunes 24 de Junio, 2013.

⁸IBID

Figura 22. **Energía aprovechada por radiación solar en Guatemala**



Fuente: SWERA. www.swera.unep.net. Consulta: 15 de junio de 2013.

Los paneles se utilizan para aprovechar la irradiación del sol y convertirla en energía eléctrica por lo que sí se desea disminuir en un 20 por ciento el gasto de energía eléctrica, del consumo total de 5 924,63 kilowatts hora al mes, este consumo sería de 1 184,93 kilowatts hora al mes.

Al tomar en cuenta un factor de seguridad del 10 por ciento según las especificaciones de los paneles solares, la cantidad total de energía eléctrica generada está dada por la siguiente ecuación.

$$1\ 184,92 \text{ kilowatt hora} * 110\% = 1\ 303,42 \text{ kilowatt hora}$$

- Opción A

En total se desea generar 1 303,42 kilowatts hora al mes. Si se tienen 30 días en promedio al mes, con aproximadamente 9 horas de luz al día por año y una generación promedio mínima de 250 watts por hora por panel solar al día, se deberían de instalar 20 paneles solares según la siguiente ecuación.

$$1\ 303,42\ \text{Kw-h al mes} \times 1\ 000\ \text{w/Kw} \times (1\ \text{mes}) / (30\ \text{días}) \times (1\ \text{día}) / (9\ \text{horas de luz}) \times (1\ \text{panel}) / (250\ \text{w-h}) = 19,50\ \text{paneles} \approx 20\ \text{paneles}$$

- Opción B

Al igual se desea generar 1 303,42 Kilowatt hora al mes. Si se tienen 30 días en promedio al mes, con aproximadamente 9 horas de luz al día por año y una generación promedio mínima de 20 watts por hora por panel solar al día, se deberían de instalar 242 paneles solares según la siguiente ecuación.

$$1\ 303,42\ \text{Kwh al mes} * 1\ 000\ \text{w/Kw} \times (1\ \text{mes}) / (30\ \text{días}) \times (1\ \text{día}) / (9\ \text{horas de luz}) \times (1\ \text{panel}) / (20\ \text{wh}) = 241,37\ \text{paneles} \approx 242\ \text{paneles}$$

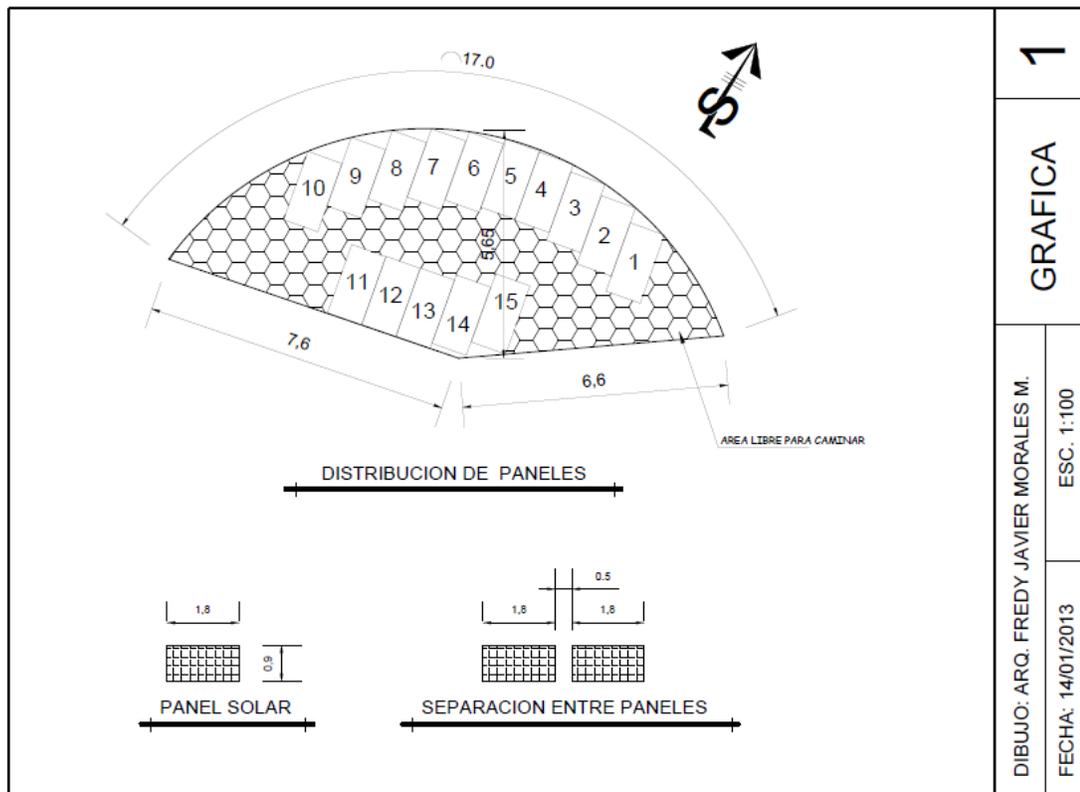
3.2. Ubicación dentro de la empresa

Los paneles solares serán colocados dentro de las instalaciones de la empresa Surtidora de Alta Tecnología, la distribución será conforme a las especificaciones requeridas y maximizando el espacio disponible.

- Opción A

Surtidora de Alta Tecnología cuenta con un tercer nivel el cual es utilizado para oficinas, este nivel solo está ocupado en un 50 por ciento, el resto es terraza al aire libre. En la siguiente figura se muestra el espacio en donde se pondrán 15 de los paneles solares, colocados de la siguiente forma.

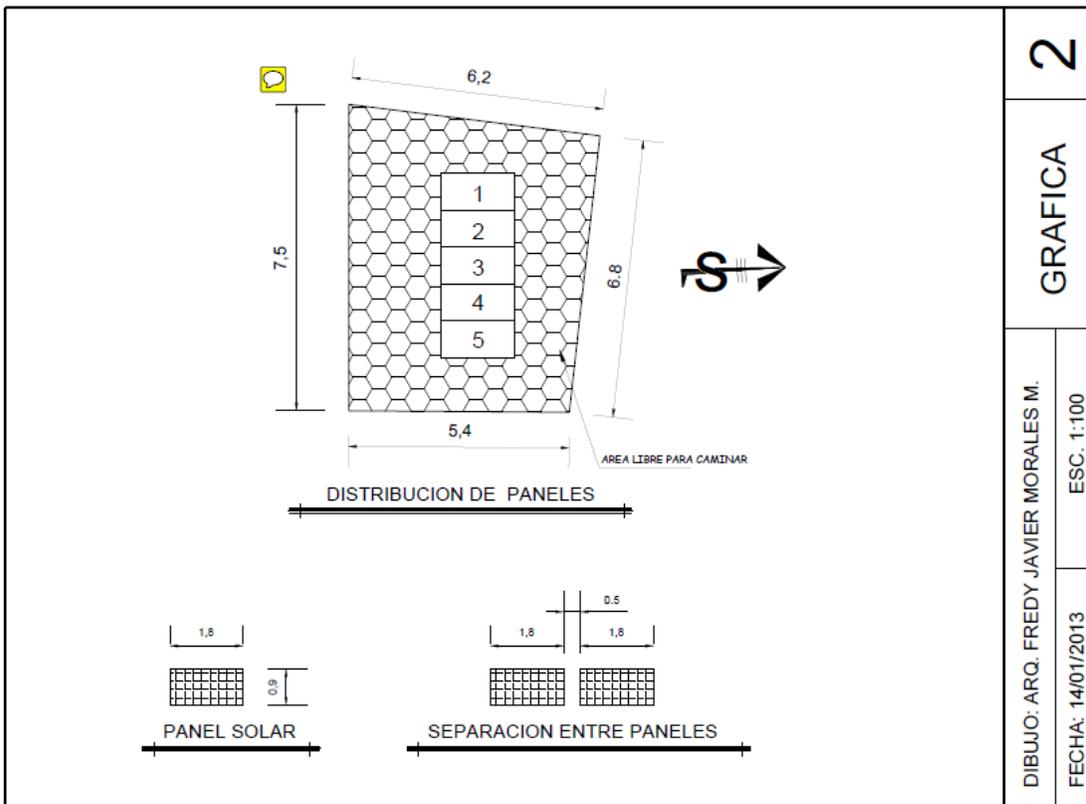
Figura 23. Plano opción A de la terraza junto al tercer nivel



Fuente: Arquitecto Fredy Javier Morales.

En el cuarto nivel se colocarán los restantes 5 paneles solares para totalizar los 20 paneles solares que se necesitan para cumplir con la demanda del 20 por ciento de energía eléctrica.

Figura 24. **Plano del cuarto nivel**

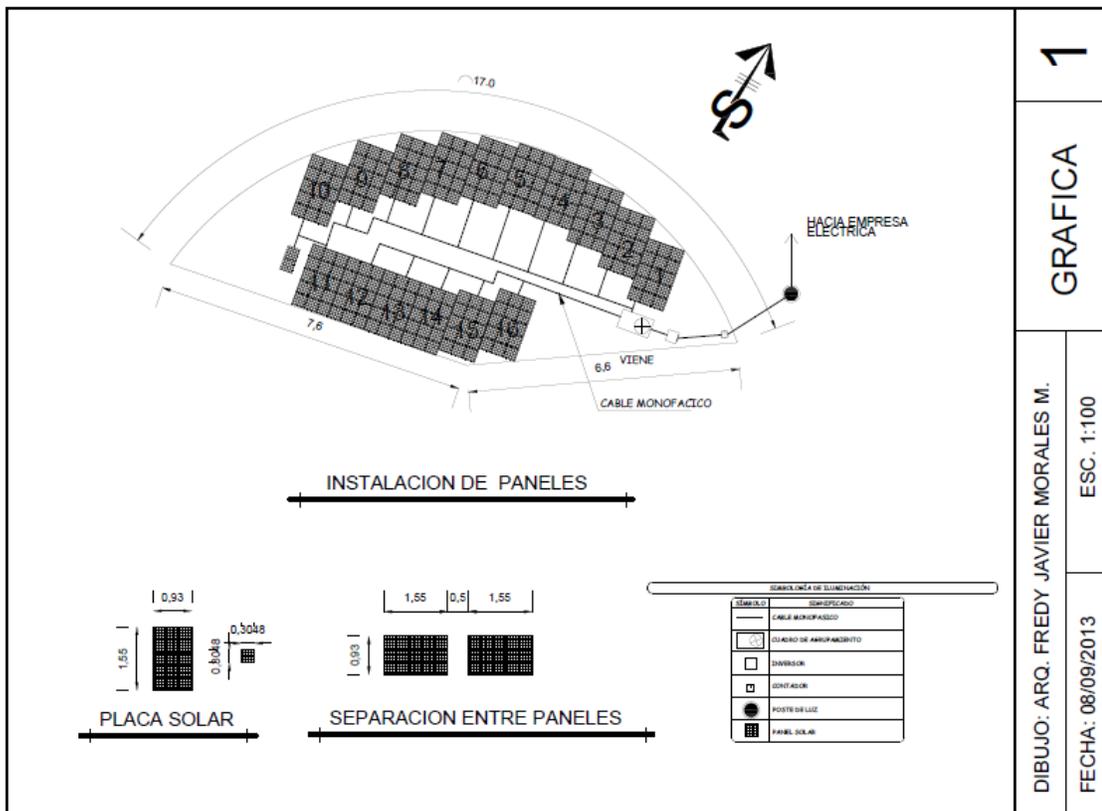


Fuente: Arquitecto Fredy Javier Morales.

- Opción B

Al igual que la opción anterior se utilizará la terraza junto al tercer nivel para colocar los paneles solares. Para la colocación se utilizará un módulo que puede almacenar hasta 15 dispositivos de 1 pie cuadrado. En la siguiente figura, se muestra el espacio en donde se pondrán los 16 módulos con 15 paneles solares y 2 paneles solares separados colocados de la siguiente forma.

Figura 25. Plano opción B de la terraza junto al tercer nivel



Fuente: Arquitecto Fredy Javier Morales.

3.3. Fecha de instalación de paneles solares

Según los gerentes de SAT, la fecha de instalación será el día 2 de Enero del año 2014, esto debido a las demandas de equipo de cómputo que la empresa genera durante el año escolar. Se espera que en 3 días todo el equipo de paneles solares se encuentre en óptimo funcionamiento. Primero, se procederá a la instalación de los paneles solares. Luego, la instalación del inversor y por último, la conexión eléctrica.

3.4. Análisis financiero

La rentabilidad del proyecto es analizada mediante las herramientas financieras de VPN, TIR y Beneficio/Costo. A continuación se presentan la inversión y el beneficio que se obtendrá por año al colocar los paneles solares.

- Opción A

La inversión requerida para la opción A en el 2013, tiene un total de Q 101 304,75; tomando en cuenta 20 paneles solares de 250 watts, un inversor, la estructura para los paneles solares, los pararrayos y la instalación de todo el equipo.

Tabla V. **Inversión en 2013 opción A**

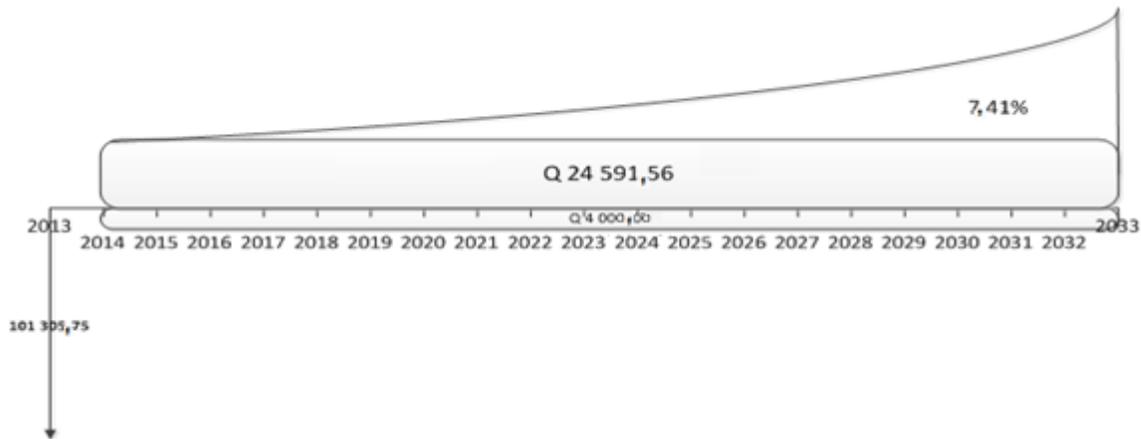
| Inversión año 2013 | Costo en Q |
|---------------------------|-------------------|
| 20 paneles | 66 080,00 |
| Inversor | 19 000,00 |
| Estructura para paneles | 8 400,00 |
| Pararrayos | 857,25 |
| Instalación | 6 967,50 |
| Total | 101 304,75 |

Fuente: elaboración propia.

El beneficio que se obtendrá por año será el costo de la cantidad de kilowatt hora producidos, tomando en cuenta un factor de riesgo del 10 por ciento dado por los paneles solares es de 14 580 kilowatt hora con un costo aproximadamente de Q 1,686664 por mes durante el 2012, teniendo un aumento del 7,41 por ciento en comparación al 2011. Esto da un beneficio de Q 24 591,56 por año al multiplicar los kilowatt hora por el costo aproximado.

Suponiendo que la energía eléctrica tenga un aumento del 7,41 por ciento anual, y que se tiene un costo de mantenimiento preventivo de Q 4 000,00 anual, se logra hacer el siguiente flujo de efectivo.

Figura 26. Flujo de efectivo de la opción A



Fuente: elaboración propia.

- Opción B

La inversión requerida para la opción B en el 2013, tiene un total de Q 130 297,25; tomando en cuenta 242 paneles solares de 20 watts, un inversor, la estructura de los paneles solares, los pararrayos y la instalación.

Tabla VI. Inversión en 2013 opción B

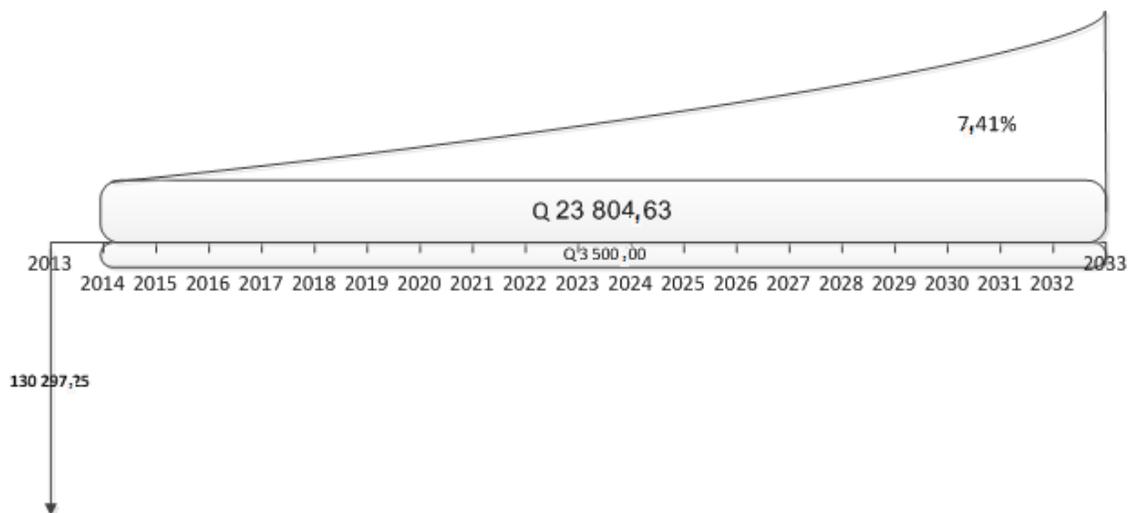
| Inversión año 2013 | Costo en Q |
|-------------------------|------------|
| 242 paneles | 77 440,00 |
| Inversor | 19 000,00 |
| Estructura para paneles | 21 000,00 |
| Pararrayos | 857,25 |
| Instalación | 12 000,00 |
| Total | 130 297,25 |

Fuente: elaboración propia.

Al igual que en la otra opción, se obtendrá el beneficio con el costo de la cantidad de kilowatt hora producidos, tomando en cuenta un factor de riesgo del 10 por ciento, dado por los productores de los paneles solares, es de 14 113 kilowatt hora con un costo aproximadamente de Q 1,686664 por mes durante el 2012, teniendo un aumento del 7,41 por ciento en comparación al 2011. Esto da un beneficio de Q 23 804,63 por año al multiplicar los kilowatt hora por el costo aproximado.

Suponiendo que la energía eléctrica tenga un aumento del 7,41 por ciento anual, y que se tiene un costo de mantenimiento preventivo de Q 3 500,00 anual por ser menos módulos y de menor tamaño, se logra hacer el siguiente flujo de efectivo.

Figura 27. Flujo de efectivo de la opción B



Fuente: elaboración propia.

3.4.1. VPN

La herramienta Valor Presente Neto (VPN), indica el valor actual de todas las inversiones y beneficios durante un período de tiempo. En el caso del proyecto de instalación de paneles solares es de 20 años, que es el tiempo promedio de vida útil que los paneles solares tienen al usarse correctamente.

Inflación: 5 por ciento según INE en agosto 2012.

- Opción A

$$VPN = - (4\ 000)(P/A,5\%,20) - (101\ 304,75) + (24\ 591,56)[(1 - (1+0,0741))^{20} / ((1+0,05)^{20}) / (0,05 - 0,0741)]$$

$$VPN = - (49\ 848,84) - (101\ 304,75) + (586\ 090,96)$$

$$VPN = 434\ 937,37 \text{ Quetzales}$$

- Opción B

$$VPN = - (3\ 500)(P/A,5\%,20) - (130\ 297,25) + (23\ 804,63)[(1 - (1+0,0741))^{20} / ((1+0,05)^{20}) / (0,05 - 0,0741)]$$

$$VPN = - (43\ 617,73) - (130\ 297,25) + (567\ 336,04)$$

$$VPN = 393\ 421,06 \text{ Quetzales}$$

El valor presente del flujo de efectivo de la opción A es de Q 434 937,37 y el de la opción B es de Q 393 421,06 por lo que en función de la herramienta financiera de VPN el proyecto de instalación es viable en ambas opciones pero la opción A nos da un mayor ahorro a los gastos de energía eléctrica.

3.4.2. TIR

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es un indicador de rentabilidad; establece que entre mayor sea la tasa, mayor es la rentabilidad del proyecto. En el caso de la propuesta de instalación de paneles solares, la TIR en ambas opciones se obtiene al interpolar el valor obtenido en el VPN a una tasa de 5 por ciento.

- Opción A

Tasa al 5% = Q 434 937,37

Tasa al 29% = Q - 4 032,29

$TIR = (29\% - X) / (29\% - 5\%) = (-4\ 032,29 - 0) / (-4\ 032,29 - 434\ 937,37)$

TIR= 28,78%

- Opción B

Tasa al 5% = Q 393 421,06

Tasa al 23% = Q - 2 734,04

$TIR = (23\% - X) / (23\% - 5\%) = (-2\ 734,04 - 0) / (-2\ 734,04 - 393\ 421,06)$

TIR= 22,88%

La Tasa Interna de Retorno de la opción A es de 28,78 por ciento y de la opción B es de 22,88 por ciento, por lo que en función de la herramienta financiera TIR el proyecto de instalación es viable en ambas opciones pero la opción A nos da un mayor ahorro a los gastos de energía eléctrica.

3.4.3. Benéfico/Costo

La herramienta beneficio/costo es la relación del VPN de beneficios contra el VPN de costos. Esta herramienta financiera indica que, si la relación es mayor a 1 significa que este es rentable, si la relación es menor a 1 no lo es. A continuación se obtienen los VPN de beneficios y costos de ambas opciones y luego la relación de los dos para obtener la evaluación de la propuesta que proporcione un mayor ahorro de energía en el proyecto de instalación de paneles solares.

- Opción A

$$\text{VPN beneficios} = (24\ 591,56)[(1 - \frac{1}{(1+0,0741)^{20}}) / (\frac{1}{(1+0,05)^{20}} - 1)]$$

$$\text{VPN beneficios} = Q\ 586\ 090,96$$

$$\text{VPN costos} = (4\ 000)(P/A, 5\%, 20) + (101\ 304,75)$$

$$\text{VPN costos} = Q\ 151\ 153,59$$

$$B/C = 586\ 090,96 / 151\ 153,59 = 3,8774$$

- Opción B

$$\text{VPN beneficios} = (23\ 804,63)[(1 - \frac{1}{(1+0,0741)^{20}}) / (\frac{1}{(1+0,05)^{20}} - 1)]$$

$$\text{VPN beneficios} = Q\ 567\ 336,04$$

$$\text{VPN costos} = (3\ 500)(P/A, 5\%, 20) + (130\ 297,25)$$

$$\text{VPN costos} = Q\ 173\ 914,98$$

$$B/C = 567\ 336,04 / 173\ 914,98 = 3,2614$$

La relación beneficio/costo de la opción A es de 3,8774 y de la opción B es de 3,2614 por lo que en función de la herramienta financiera beneficio/costo el proyecto de instalación es viable en ambas opciones debido a que la relación es mayor a uno pero la opción A da un mayor ahorro a los gastos de energía eléctrica.

3.5. Ahorro energético

Utilizando las herramientas financieras se demuestra que la opción A es la más rentable económicamente por lo que se decide utilizar esta opción para la instalación de paneles solares. El ahorro energético será la energía producida por los paneles solares, los cuales producen aproximadamente 14 580 kilowatt hora por año.

El total de energía eléctrica producida en un año equivale a Q 24 591,56. Si se toma en cuenta que cada año la energía eléctrica sube un porcentaje, el ahorro monetario aumenta. En el caso del 2011 al 2012 la energía eléctrica subió en un 7,41 por ciento, que es el dato que se utiliza para los próximos 20 años en donde el ahorro energético durante este período de tiempo es de 291 600 kilowatt hora. Si se convierte a quetzales incluyendo la inflación de la moneda del 5 por ciento se tiene un ahorro monetario de Q 586 090,96.

3.6. Cuantificación de costos de operación

El costo de operación sin tener la propuesta de instalación de paneles solares durante el mes de febrero del 2012 fueron de aproximadamente de Q. 172 953,05. Suponiendo que los costos de operación son constantes exceptuando la energía eléctrica que aumenta en un 7,41 por ciento al año, en el mes de octubre del 2013 el costo de operación será el siguiente.

Total de kilowatt hora usados en la empresa = 5 418,67 kw-h

Kilowatt hora ahorrados por mes en el 2013 = 1 215 kw-h

Total de kilowatt hora con paneles solares = 4 203,67 kw-h

Costo aproximado de energía eléctrica en 2013 = Q 1,811645

Costo de energía eléctrica en 2013 = Q 7 615,55

Tabla VII. **Costos de operación 2013**

| Tipo de Gasto | Gasto (Q) |
|--------------------------|------------------|
| Gastos de Administración | 139 000,00 |
| Gastos de Representación | 18 000,00 |
| Agua Potable | 495,58 |
| Combustible | 6 318,00 |
| Energía Eléctrica | 7 615,55 |
| Total | 171 429,13 |

Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES

4.1. Marca de paneles solares

La marca de los paneles solares de la opción A que fue más rentable es Jinko Solar, la cual es proveniente de Estados Unidos. Esta marca se especializa en productos solares y tiene una expansión mundial con oficinas en Norteamérica, Europa y Asia. Actualmente disponen de aproximadamente 10 000 empleados con plantas de fabricación solamente en Asia. Esta empresa innova y proporciona continuamente productos y servicios fotovoltaicos de la mayor calidad con el fin de ofrecer las mejores soluciones de energía solar utilizando el lema de construimos su confianza en el sol.

Estos tipos de paneles solares son módulos poli cristalinos los cuales son mucho más eficientes que otros como los multi cristalinos o los mono cristalinos. Como se menciona antes la eficiencia de los paneles solares se debe a que ellos pueden captar mejor la radiación solar. A continuación se muestra una imagen de los paneles solares a instalar y algunas características importantes de uso y mecánicas.

Figura 28. **Panel solar**



Fuente: SADESA. Cotización.

- **Características mecánicas**

Las características mecánicas son las siguientes:

- Peso aproximado de 42 libras
- Marco de aluminio anodizado
- Color azul
- Revestimiento antirreflejo mejora la absorción de luz y reduce el polvo de la superficie

- Características de uso

Las características que tiene en cuanto a su uso son las siguientes:

- Excelente desempeño en ambientes con poca irradiación de luz
- Certificado para soportar elevados vientos y cargas de nieve
- Resistente a la sal y al amoníaco
- 25 años de garantía
- Alta eficiencia de conversión
- Certificado por ISO 9001
- Certificado ISO 14001
- Certificado OHSAS 18001

- Ventajas al utilizar paneles solares

Muchas empresas ahora utilizan los paneles solares para generar beneficios no solo a la misma empresa sino también al medio ambiente. Existen 8 razones primordiales según los vendedores expertos en el tema.

- Excelente inversión: se consigue un mejor rendimiento que en otras inversiones de largo plazo. Aunque algunas inversiones prometen un mayor rendimiento tienen un mayor riesgo. La instalación de paneles solares no conlleva ningún riesgo asociado.
- Ahorrar dinero: con un sistema de paneles solares se puede llegar a eliminar el costo de electricidad en su empresa o casa.
- Protección contra las subidas en la tarifa eléctrica: en Guatemala el costo de la electricidad ha subido más del 34 por ciento desde

el 2010 al 2012. Este aumento se debe a que la producción de electricidad en Guatemala depende altamente del petróleo, y este recurso natural está disminuyendo por lo que su precio aumenta.

- Reducción de la emisión de CO₂: al consumir 800 kilowatt hora de energía eléctrica por mes se genera 7 toneladas de CO₂ al año. El dióxido de carbono es el responsable del efecto invernadero.
- Conservación de los recursos naturales: al utilizar la energía solar se reduce el porcentaje de energía térmica y nuclear. Este tipo de producción de energía requiere del recurso natural del agua por lo que si se utiliza la energía solar que se puede ahorrar este recurso natural.
- Incrementa la independencia energética: recolectando la energía del sol se reduce nuestra dependencia en recursos no renovables y de importación como el petróleo.
- Aumenta el valor del inmueble: al agregar paneles solares se puede aumentar el valor del inmueble debido al ahorro anual de energía eléctrica.
- Accesibilidad: se pueden ubicar en diferentes puntos del edificio o casa. El mismo ahorro de energía hace accesible el financiamiento de los paneles solares.

- **Desventajas al utilizar paneles solares**

A la hora de comprar y utilizar la energía solar como fuente de energía existen 2 desventajas las cuales no son de gran importancia por lo que su beneficio es mayor.

- **Costo:** los paneles solares que se necesitan para aprovechar la energía solar tienden a ser muy caros cuando los compras por primera vez.
- **Época y hora del día:** la energía solar no se puede aprovechar durante una tormenta, en un día nublado o por la noche. Esto limita la cantidad de energía que se puede guardar para días futuros. Algunos días, las personas que tienen instalaciones solares pueden necesitar depender de otro tipo de energía para alimentar su casa.

4.2. Costos de implementación

Los costos de implementación totalizan Q 15 367,50 en los cuales incluye las operaciones de la mano de obra por la instalación de los paneles solares de la empresa en donde se compraron. El personal instalará en 3 días hábiles los 20 paneles solares incluyendo la instalación eléctrica y la instalación mecánica. Los materiales para la instalación de los paneles solares son todas aquellas cosas que se necesitan para que los paneles solares estén bien colocados eléctrica y mecánicamente hablando.

Tabla VIII. **Costos de implementación**

| Operación | Costo (Q) |
|---------------------------|------------------|
| Mano de obra | 4 500,00 |
| Materiales de instalación | 2 467,50 |
| Estructura metálica | 8 400,00 |
| Total | 15 367,50 |

Fuente: elaboración propia.

4.3. Instalación

La instalación de los paneles solares se hará en dos partes: la primera es la instalación física, que es la manera y el orden de cómo serán puestos los paneles solares. La segunda es la instalación eléctrica que consiste en la forma en que se conectarán los paneles solares entre sí para el consumo de la energía eléctrica.

- Equipos a instalar
 - Panel solar: dispositivo que aprovecha la energía de la radiación solar.
 - Estructura metálica: elemento que soporta los paneles solares. La estructura debe de ser rígida, resistente al viento, corrosión y a altas temperaturas, por lo que se recomienda utilizar acero galvanizado.

- Inversor: dispositivo cuyo objetivo es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada. Los inversores también se utilizan para convertir la corriente continua generada por los paneles solares fotovoltaicos en corriente alterna y de esta manera poder ser inyectados en la red eléctrica o usados en instalaciones eléctricas aisladas.
- Pararrayos: dispositivo cuyo objetivo es atraer un rayo ionizando para excitar, llamar y conducir la descarga hacia tierra, de tal modo que no cause daños a las personas, equipos eléctricos o construcciones.
- Cableado: elemento que se utiliza para transportar la energía generada por los paneles solares hacia el inversor, y del inversor hacia la red de energía eléctrica. Los cables fotovoltaicos deben ser de extraordinaria flexibilidad, y especialmente aptos para servicios móviles y para instalación fija.

4.3.1. Instalación física

Para la instalación física de los paneles solares es importante tener en cuenta los aparatos que se van a instalar. En este caso, se instalarán 20 paneles solares, un inversor, un contador bidireccional y un pararrayos. Luego se examina la superficie en donde se colocarán los paneles solares, esta debe ser plana, sin sombras de edificios, árboles y/o carteles y capaz de resistir el peso de la estructura de los paneles solares.

Entre cada panel solar de sur a norte debe de existir por lo menos 40 centímetros para evitar la sombra entre ellos debido a que deben de estar puestos a 30 grados Celsius viendo hacia el sur para optimizar la captación solar.

4.3.2. Instalación eléctrica

Cada panel solar debe estar conectado entre sí, todos ellos deben de ir conectados al inversor y este debe de ir conectado al contador bidireccional. El cableado debe ser dimensionado adecuadamente para evitar las caídas de tensión y que estas afecten al rendimiento de los paneles solares. El cableado debe de asegurarse a las estructuras de soportes o a las paredes para evitar esfuerzos mecánicos sobre los paneles solares.

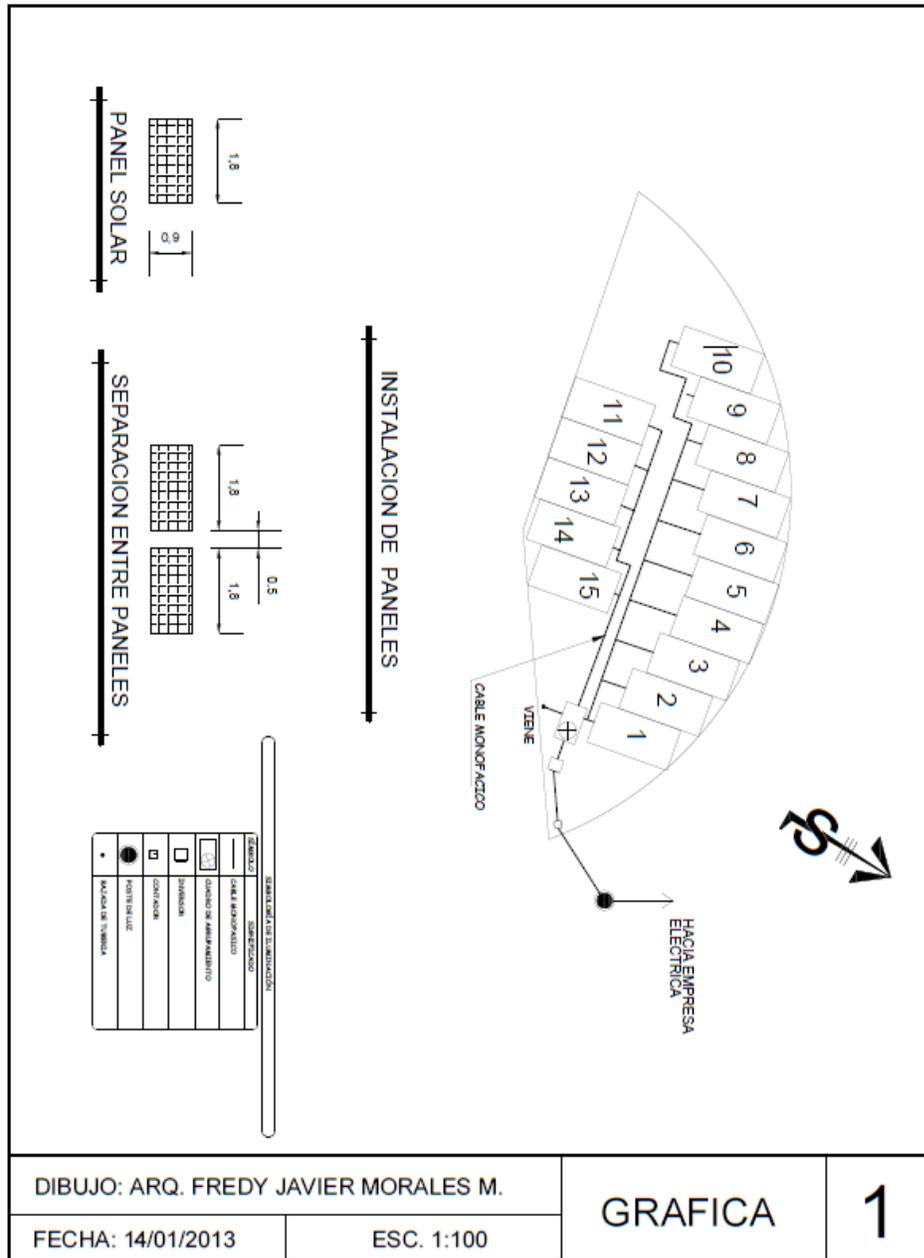
Todo el sistema eléctrico debe estar correctamente protegido contra cargas no deseadas, para ello se debe de instalar un pararrayos. A continuación se muestra un ejemplo de la instalación de paneles solares en una construcción, al igual que los planos de instalación eléctrica en Surtidora de Alta Tecnología.

Figura 29. **Fotografía de instalación de paneles solares**



Fuente: SADESA. Cotización.

Figura 30. Plano de instalación eléctrica junto al tercer nivel



DIBUJO: ARQ. FREDY JAVIER MORALES M.

FECHA: 14/01/2013

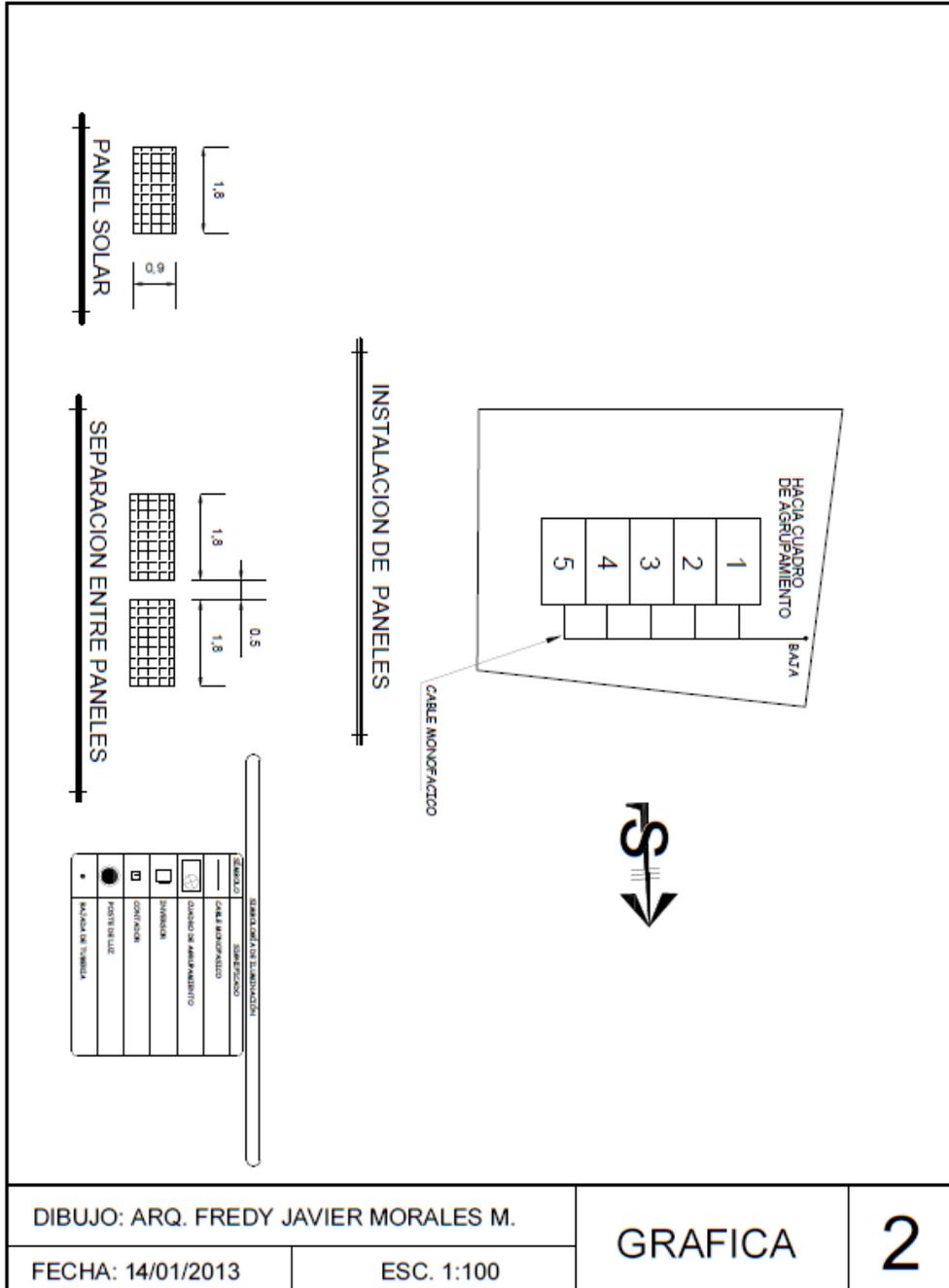
ESC. 1:100

GRAFICA

1

Fuente: Arquitecto Fredy Javier Morales.

Figura 31. Plano de instalación eléctrica cuarto nivel



DIBUJO: ARQ. FREDY JAVIER MORALES M.

FECHA: 14/01/2013

ESC. 1:100

GRAFICA

2

Fuente: Arquitecto Fredy Javier Morales.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Capacidad máxima de paneles solares

La capacidad máxima y la producción efectiva de energía a través de paneles solares van de la mano, aunque no son exactamente lo mismo. Dos módulos pueden tener la misma capacidad nominal, pero eso no significa que puedan producir la misma cantidad de energía. Para obtener la capacidad máxima de los paneles solares se debe tener en cuenta que producirán toda la cantidad posible de energía. La capacidad máxima de los paneles solares hasta dada por la siguiente ecuación.

$$20 \text{ paneles} \times (250 \text{ wh}) / (1 \text{ panel}) \times (9 \text{ horas de luz}) / (1 \text{ dia}) \times (30 \text{ dias}) / (1 \text{ mes}) \times (1 \text{ kw}) / (1000 \text{ w}) = 1 \text{ 350 Kwh}$$

$$\text{Capacidad máxima} = 1 \text{ 350 Kwh}$$

Los paneles solares pueden llegar a producir un total de 1 350 kilowatt hora sin el factor de seguridad del 10 por ciento en comparación a los 1 215 si a estos se les agrega el mismo factor, es por eso que suelen decir que los paneles solares por lo general tienen mayor producción efectiva.

5.2. Control de producción de energía

El control de la producción de energía será proporcionado por un contador monofásico bidireccional a la salida del inversor. El dispositivo totalizará la cantidad de kilowatt hora obtenidos y la cantidad de kilowatt hora usados y con esto crear un estudio para conocer la cantidad de kilowatt hora ahorrado en total. Para tener los datos y poderlos estudiar estos pueden ser conectados por un sistema de comunicación PLC para poder llevar el control en una computadora. Este control computarizado permitirá ahorrar el salario de una persona que tenga la responsabilidad de llevar los datos obtenidos manualmente registrados por el contador.

- Contador monofásico bidireccional

Un contador monofásico bidireccional tiene como objetivo principal contar el consumo de kilowatt hora consumidos y a la vez contar la generación de Kilowatt hora producidos. Al tener las dos lecturas el contador hace una resta entre la generación menos el consumo y esta operación proporciona la lectura total.

Si la lectura es positiva esto quiere decir que se genera más de lo que se consume, por lo tanto se vende energía a la empresa eléctrica. Si la lectura es negativa quiere decir que se consume más de lo que se genera, por lo tanto le se comprará energía a la empresa eléctrica.

- Ventajas
 - Pago real por consumo al mes
 - Puede instalarse en lugares discretos no necesariamente en el exterior

- Se puede aprovechar al máximo la tarifa de cobro
- Se reduce las incidencias de suministros
- Puede leer en dos direcciones tanto la generación como el consumo

Figura 32. **Contador monofásico bidireccional**



Fuente: Circutor. www.circutor.com. Consulta: 06 de junio de 2013.

5.3. Acciones predictivas

Las instalaciones de paneles solares poseen facilidad para proporcionarles mantenimiento predictivo, sin embargo, una instalación sin el mantenimiento adecuado comenzará con problemas de captación de energía en un plazo de 2 años. Es por esto que es indispensable dar mantenimiento predictivo a los siguientes equipos:

- Panel solar

La suciedad que pueda acumular el panel puede reducir su rendimiento, las capas de polvo que reducen la intensidad del sol no son peligrosas y la reducción de potencia no suele ser significativa.

- Limpiar sistemáticamente la cubierta frontal de vidrio del panel solar, se recomienda que sea cada 2 meses. La limpieza debe efectuarse con agua y un paño suave, si es necesario se puede emplear detergente.
- Verificar que no haya terminales mal conectados ni rotos, que las conexiones estén bien ajustadas y que los conductores se hallen en buenas condiciones.
- Podar sistemáticamente los árboles que pueden provocar sombra en el panel solar. No poner objetos cercanos que puedan dar sombra, como tanques de agua y/o antenas.

- Inversor

Los inversores son uno de los equipos más delicados de la instalación, y como tal requieren un mantenimiento más complicado. Si bien los intervalos de mantenimiento dependen de las condiciones ambientales como el polvo la humedad. Las instrucciones que a continuación se muestran son válidas para la implementación en el interior de un edificio sometido a rangos normales de temperatura y humedad.

- Verificar que el área de ubicación del inversor se mantenga limpia, seca y bien ventilada.

- Comprobar la temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 grados Celsius, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales.
- Verificar que el inversor esté protegido de los rayos solares.
- Comprobar que el inversor funcione adecuadamente y que no se produzcan ruidos extraños dentro de él.
- Limpieza del disipador de calor del componente de potencia.
- Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos.
Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y apretarlas.
- Inspección visual de los fusibles y seccionadores existentes y, engrase de los contactos.
- Verificar el envejecimiento de los descargadores de sobretensión y cambiarlos.

Figura 33. **Ejemplo de inversor**



Fuente: SADESA. Cotización. Consulta: 08 de junio de 2013.

- Cableado

El cableado de todas las instalaciones debe de estar en buenas condiciones para evitar pérdidas de energía que puedan afectar el funcionamiento de los paneles solares.

- Verificar que todos los empalmes y conexiones estén fuertemente apretados para evitar falsos contactos.
- Comprobar que todo el cableado esté correctamente protegido con cinta aislante.

- Estructura

La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos está fabricada íntegramente con perfiles de aluminio y tornillería de acero inoxidable, por lo que no requieren mantenimiento anticorrosivo.

- Comprobación de posibles degradaciones
- Comprobación del estado de fijación de la estructura a cubierta. Se controlará que los tornillos se encuentra correctamente apretados, controlando el par de apriete si es necesario.
- Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.

Figura 34. **Fotografía de instalación de paneles solares**



Fuente: SADESA. Cotización.

5.4. Acciones correctivas

El mantenimiento correctivo de los paneles solares debe ser mínimo debido a que, si se le proporciona el mantenimiento predictivo correcto no debería de haber problemas. Si en caso algún equipo o alguna instalación presentara alguna falla y la solución se encuentra fuera de las acciones predictivas descritas anteriormente, se debe contactar inmediatamente al personal especializado.

Las labores de mantenimiento correctivo serán delegadas en una empresa externa, especialista en el sector, encargada de realizar todas las reparaciones pertinentes, así como suministrar los repuestos necesarios. Dicha empresa estará autorizada por los distintos fabricantes de los equipos suministrados, en caso contrario puede dar lugar a la anulación de la garantía legal de dichos equipos, por negligencias en las labores de mantenimiento.

La empresa externa encargada de realizar las labores de mantenimiento correctivo deberá:

- Garantizar la visita a la instalación en los plazos establecidos y cada vez que el usuario lo requiera debido a cualquier incidencia en la misma.
- Analizar y realizar un presupuesto adecuado de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto y normal funcionamiento de la instalación solar fotovoltaica.
- Subsanan correctamente cualquier incidencia en un tiempo máximo de 48 horas, excepto cuando se trate de causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

CONCLUSIONES

1. Se estableció la capacidad máxima realizando un estudio con las facturas de energía eléctrica obtenidas de la empresa Surtidora de Alta tecnología en un período de 5 meses de enero a mayo, realizando un promedio de energía eléctrica consumida se obtuvo el gasto que la empresa incurre en energía eléctrica y así se calculó un total de 20 paneles solares para cubrir la demanda.
2. Se propuso un estudio con 2 opciones de paneles solares para que la empresa cubra el 20 por ciento de los gastos de energía eléctrica según el presupuesto dado por la empresa y las limitaciones de espacio, tomando en cuenta un factor de riesgo del 10 por ciento dado por los vendedores de los paneles solares, con datos específicos establecidos en el capítulo 4 se estudió la manera de ofrecer una mayor eficiencia a los paneles solares.
3. Tras la colocación de los paneles solares se logra aumentar la utilidad de la empresa Surtidora de Alta Tecnología debido a que se observa una disminución en los costos de operación al disminuir en más de un 20 por ciento mostrada en el capítulo 5 los costos de energía eléctrica.
4. Se logra crear energía limpia y pura que no daña al medio ambiente con la utilización de paneles solares y así ayudar a disminuir energía eléctrica producida por combustibles fósiles que influyen en la creación de dióxido de carbono e incrementan el efecto invernadero lo cual disminuye la capa de ozono.

RECOMENDACIONES

1. Para establecer la capacidad máxima de la empresa de energía eléctrica se debe de conocer bien qué tipo de equipos consumidores de energía se tienen debido a que cada uno de ellos consume diferente cantidad de energía eléctrica.
2. La mayor eficiencia de los paneles solares se obtiene al colocarlos en un ángulo de 15 grados Celsius viendo hacia el Sur, evitando ser cubiertos por sombras de árboles o edificios y proporcionándoles un mantenimiento predictivo correcto.
3. Para disminuir los costos de energía eléctrica se propone la compra de equipos más eficientes tal como los son las luces LED, nuevos aires acondicionados y nuevos hornos microondas que gasten menos energía al ser utilizados.
4. Si se desea generar una mayor utilidad a la empresa se debería de estudiar la instalación de otros 20 paneles solares después de recuperar la inversión que se incurre tras la primera propuesta de instalación.
5. Con el fin de dejar de consumir energía no renovable se insta a que los gerentes de la empresa Surtidora de Alta Tecnología ayude al medio ambiente creando propuestas de este tipo hacia sus diferentes mercados.

BIBLIOGRAFÍA

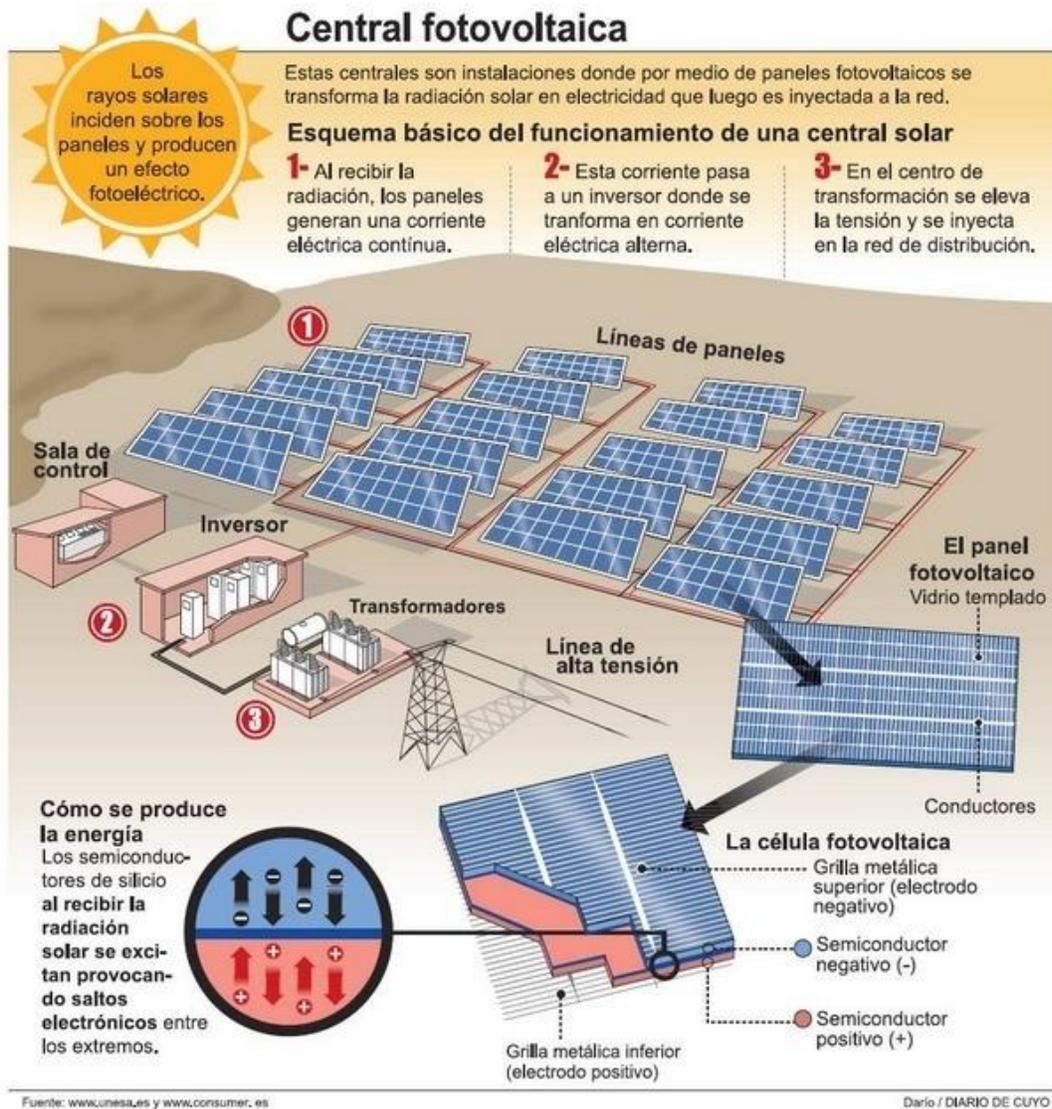
1. Acer. *Acer home page*. Disponible en: <http://www.acer.es/ac/es/ES/content/home>. [Consulta: 12 de mayo de 2013]
2. BERMÚDEZ, G. (2008). *Especificación de un sistema de generación de energía eléctrica usando paneles fotovoltaicos y convertidores DC/AC*. Tesis. Ingeniería. Universidad Central de Venezuela.
3. Circutor. *Contadores multifunción de energía eléctrica*. Disponible en: www.circutor.com. Dirección: http://circutor.es/docs/Ca_Q1_01.pdf. [Consulta: 6 de junio de 2013]
4. Cybertech Life. *Cybertech home page*. Disponible en: <http://www.cybertechlife.com/spa/index.php> [Consulta: 12 de mayo de 2013]
5. DE LEÓN, V. *Generación eléctrica fotovoltaica en la Facultad de Ingeniería USAC y estudio del aprovechamiento*. Trabajo de graduación de Maestría. Ingeniería. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2008. 56 p.
6. EPSON. *Epson home page*. Disponible en: <http://www.epson.com/> [Consulta: 12 de mayo de 2013]

7. Gemasolar. *Gamesolar conjunto de paneles solares*. Disponible en: <http://www.gamesolar.com> [Consulta 16 de mayo de 2013.]
8. Ingenio Pantaleón. *Producción de vapor en calderas*. Disponible en: <http://www.pantaleon.com> [Consulta 16 de mayo de 2013.]
9. IXPATÁ, E. *Implementación de la energía solar para un centro integrador de tecnología para el desarrollo en escuelas rurales*. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2004. 78 p.
10. JOACHÍN, C. *Diseño de un sistema solar fotovoltaico aislado, para el suministro de energía eléctrica a la comunidad rural Buena Vista, San Marcos*. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2008. 46 p.
11. LG. *LG Latinomaerica & Caribe*. Disponible en: <http://www.lg.com/pa> [Consulta: 16 de mayo de 2013]
12. Microsoft. *Microsoft home page*. Disponible en: <http://www.microsoft.com/es-gt/default.aspx> [Consulta: 12 de mayo de 2013]
13. Ministerio de Energía y Minas. *Ley General de Electricidad*. Decreto No. 93-96. Guatemala: ministerio de energía y minas. [Consulta: 12 de mayo de 2013]

14. Pasoxpaso. *Fabricación de placas solares fotovoltaicas*. Disponible en: <http://placas-solares.pasoxpaso.net/473/fabricacion-de-placas-solares-fotovoltaicas>. [Consulta: 25 de mayo de 2013]
15. Profesor en línea. *Petróleo, proceso y refinado*. Disponible en: <http://www.profesorenlinea.ct>. [Consulta: 25 de mayo de 2013]
16. SÁNCHEZ, A. *Propuesta del plan anual de mercadeo para promover a Surtidora de Alta Tecnología*. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2003. 8 p.
17. Sitio Solar. *Los paneles solares fotovoltaicos*. Disponible en: <http://www.sitiosolar.com/paneles%20fotovoltaicas.htm>. [Consulta: 25 de mayo de 2013]
18. Swera. *Energía Aprovechada por radiación solar en Guatemala*. Dirección: www.swera.unep.net. [Consulta: 27 de mayo de 2013]

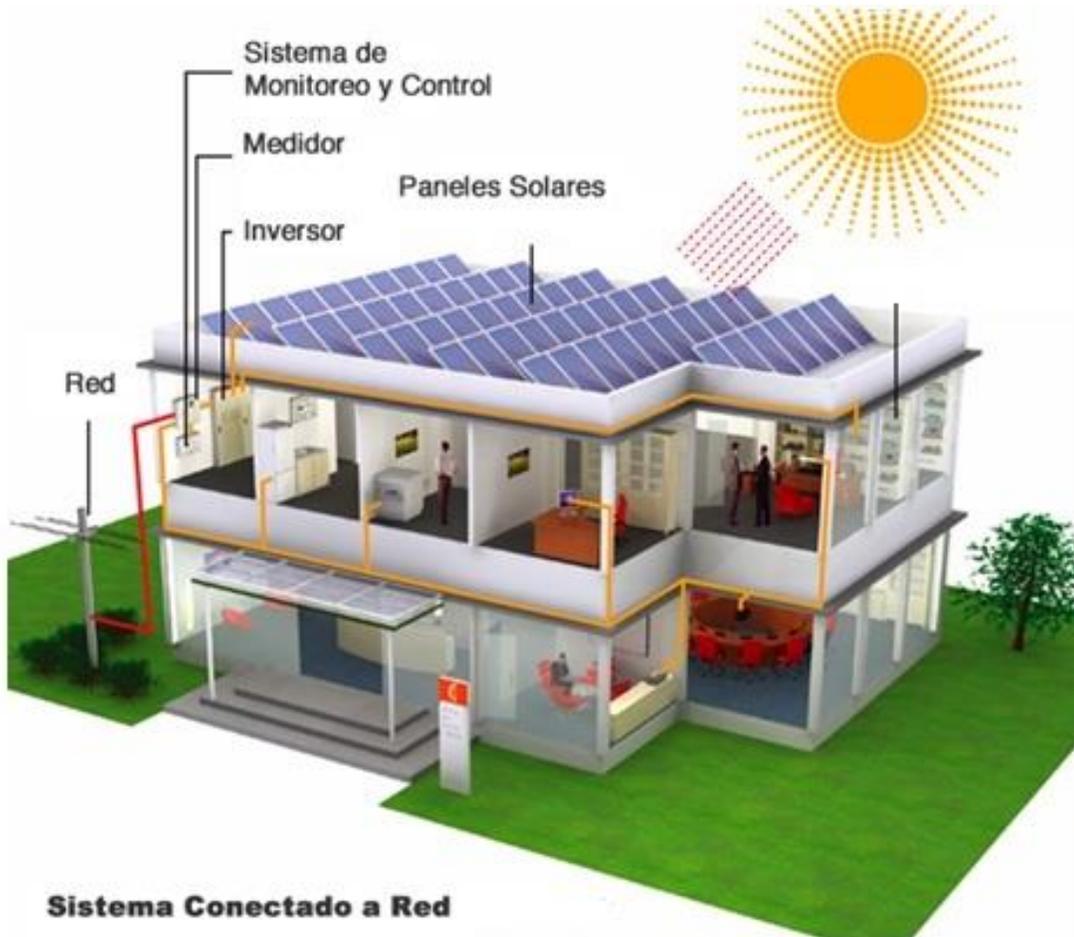
ANEXO

Figura 35. Central fotovoltaica



Fuente: Swera. www.swera.net. Consulta: 12 de junio de 2013.

Figura 36. **Ejemplo de paneles solares conectados a red**



Fuente: Swera. www.sera.net. Consulta: 12 de junio de 2013.