



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

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES  
EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE POLLITA EN LA GRANJA AVÍCOLA GABY**

**Manuel de Jesús Palma Monzón**

Asesorado por el Ing. Esaú Juventino Esteban Girón

Guatemala, julio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES  
EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE POLLITA EN LA GRANJA AVÍCOLA GABY**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MANUEL DE JESÚS PALMA MONZÓN**  
ASESORADO POR EL ING. ESAÚ JUVENTINO ESTEBAN GIRÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Gladys Lorraine Carles Zamarripa
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jeréz González
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:

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES  
EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE POLLITA EN LA GRANJA AVÍCOLA GABY**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 2 de marzo de 2010.



**Manuel de Jesús Palma Monzón**

Guatemala 17 de Octubre de 2013

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial.  
Presente

Distinguido Ing. Urquizú, tenga usted éxitos en sus actividades diarias; el motivo de la presente es para informarle que yo Ing. Esaú Juventino Esteban Girón, Asesor del trabajo de graduación ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE POLLITA EN LA GRANJA AVÍCOLA GABY, realizado por el estudiante Manuel de Jesús Palma Monzón, habiendo supervisado la elaboración del presente y realizado las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción del documento de manera que este se entregado y pueda proseguir con los trámites faltantes para su aprobación final.

Sin más que agregar y agradeciendo de ante mano su atención a la presente, me suscribo de usted.

Atentamente;

  
  
Ing. Esaú Juventino Esteban Girón  
Ingeniero Industrial  
Colegiado 6723



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE POLLITA EN LA GRANJA AVÍCOLA GABY**, presentado por el estudiante universitario **Manuel de Jesús Palma Monzón**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Albarto E. Hernández García  
Ingeniero Industrial  
Colegiado 8658

Ing. Albarto Eulalio Hernández García  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2015.

/mgp



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 **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE POLLITA EN LA GRANJA AVÍCOLA GABY**, presentado por el estudiante universitario **Manuel de Jesús Palma Monzón**, 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, julio de 2015.

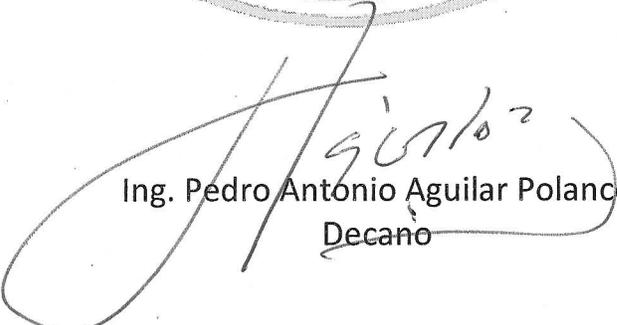
/mgp



DTG. 335.2015

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: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES EN EL PROCESO DE INCUBACIÓN DE POLLITA EN LA GRANJA AVÍCOLA GABY**, presentado por el estudiante universitario: **Manuel de Jesús Palma Monzón**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, 13 de julio de 2015

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por permitirme la vida hasta este día tan importante, darme la sabiduría y la inteligencia para culminar hoy esta meta.
- Mis padres** Manuel Palma y Sonia Monzón, por su apoyo incondicional, sus regaños y consejos.
- Mis hermanos** Diego, Ivan e Ismeny Palma Monzón, por su comprensión en los momentos difíciles y por ser una importante inspiración para lograr esta meta.
- Mis abuelos** Alejandro Monzón y Mercedes Orozco, por sus oraciones y por recalcar me la importancia de estudiar.
- Mi esposa** Claudia Lobos, por su ayuda incondicional, su paciencia y su insistencia en que terminara la carrera.
- Mi familia en general** Por acompañarme en cada momento malo y bueno de mi vida ¡lo logramos!

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por permitirme, en sus aulas, convertirme en profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por todos los conocimientos que me enseñó a través de sus docentes.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Fueron muchos durante este duro camino, pero gracias a ellos siempre supimos salir adelante y divertirnos en él.
<b>Granja Avícola Gaby</b>	Por permitirme realizar mi trabajo de graduación y por todo el apoyo brindado.



2.	ESTUDIO TÉCNICO .....	11
2.1.	Capacidad actual .....	11
2.1.1.	Infraestructura actual.....	12
2.1.2.	Distribución de planta actual .....	13
2.1.3.	Cálculo de energía actual.....	15
2.2.	Capacidad estimada del proyecto .....	17
2.2.1.	Demanda estimada de energía .....	17
2.3.	Paneles solares.....	18
2.3.1.	Tipos de paneles .....	18
2.3.2.	Tamaño de paneles.....	19
2.3.3.	Proveedores .....	20
2.4.	Localización del panel .....	21
2.4.1.	Criterios de decisión .....	24
2.4.2.	Justificación de la ubicación elegida .....	25
2.5.	Adaptación de infraestructura .....	26
2.6.	Mantenimiento de equipo .....	27
2.6.1.	Controles de supervisión .....	28
3.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO.....	31
3.1.	Estructura administrativa .....	31
3.1.1.	Organigrama .....	31
3.1.2.	Puestos y funciones .....	32
3.2.	Aspectos legales .....	35
3.2.1.	Licencias .....	35
3.2.2.	Normas y regulaciones del municipio .....	36
3.3.	Valor agregado.....	36
3.4.	Estrategias competitivas .....	37
3.4.1.	Mercadotecnia orientada a la ecología.....	38
3.4.2.	Mercadotecnia orientada al precio .....	39

4.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	41
4.1.	Impacto ambiental no significativo .....	41
4.1.1.	Contaminación atmosférica .....	42
4.1.2.	Residuos.....	43
4.1.3.	Afecciones al terreno .....	44
4.1.4.	Efectos en la geología .....	44
4.1.5.	Medio ambiente .....	45
4.1.6.	Flora y fauna.....	46
4.1.7.	Impacto en el paisaje.....	47
4.2.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales .....	47
4.2.1.	Requerimientos.....	48
4.2.2.	Regulaciones .....	48
4.3.	Ministerio de Energía y Minas .....	48
4.3.1.	Requerimientos.....	50
4.3.2.	Regulaciones.....	51
5.	ESTUDIO ECONÓMICO .....	53
5.1.	Estimación de costos de la inversión.....	53
5.1.1.	Adaptación de la infraestructura .....	53
5.1.2.	Equipo y materiales en general .....	54
5.1.3.	Costos de instalación.....	55
5.2.	Estimación de costos de operación .....	59
5.3.	Estimación de costos de mantenimiento .....	59
5.4.	Clasificación de costos .....	61
5.4.1.	Costos fijos .....	61
5.4.2.	Costos variables .....	62
6.	ESTUDIO FINANCIERO .....	65
6.1.	Evaluación de alternativas de inversión .....	65

6.1.1.	Valor presente neto .....	65
6.1.2.	Costo anual único equivalente .....	71
6.1.3.	Tasa interna de retorno .....	72
6.2.	Beneficio costo .....	73
6.3.	Vida útil de proyecto .....	74
6.3.1.	Depreciación .....	74
6.3.2.	Reparación y sustitución .....	74
6.4.	Cálculo de tiempo de recuperación de la inversión .....	75
6.5.	Punto de equilibrio.....	76
6.6.	Precio venta .....	79
6.7.	Programa de financiamiento .....	80
6.7.1.	Capital propio .....	80
6.7.2.	Financiamiento bancario .....	80
6.7.2.1.	Planes de financiamiento .....	81
6.7.2.2.	Tiempo de finalización.....	84
6.7.3.	Otras fuentes de capitalización .....	85
CONCLUSIONES.....		87
RECOMENDACIONES .....		91
BIBLIOGRAFÍA.....		93
ANEXOS.....		95

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Paneles solares de uso doméstico.....	10
2.	Foto satelital de la Granja .....	13
3.	Ilustración de la infraestructura de cada galera I.....	14
4.	Ilustración de la infraestructura de cada galera II.....	15
5.	Mapa de la Granja Avícola Gaby .....	16
6.	Ejemplo de los paneles solares.....	21
7.	Órbita de la tierra alrededor del sol .....	23
8.	Mapa de radiación solar en Guatemala.....	24
9.	Organigrama .....	31
10.	Construcción del techo de cada galera .....	56
11.	Vista superior del techo de las galeras.....	56
12.	Estructura techo galera sector 1 .....	57
13.	Estructura techo galera sector 2 .....	58

### TABLAS

I.	Adaptación de la infraestructura.....	54
II.	Equipo y materiales.....	55
III.	Costos de mantenimiento.....	61
IV.	Ejemplo de costos variables mensuales .....	64
V.	Flujo de caja .....	69
VI.	Proyección del flujo neto .....	76
VII.	Radiación solar promedio estación insivumeh (estación central).....	78

VIII.	Radiación solar promedio mensual y diaria de los últimos 16 años.....	79
IX.	Radiación solar diaria anual.....	79
X.	Tasas de intereses bancario.....	82

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>MW</b>	Un millón de vatios
<b>mts.</b>	Metros
<b>kWh/día</b>	Mil vatios hora por día
<b>kWh/mes</b>	Mil vatios hora por mes
<b>hp</b>	Caballo de fuerza
<b>kW</b>	Mil vatios



## GLOSARIO

<b>Azimut</b>	Ángulo formado entre la dirección de referencia (norte) y una línea entre el observador y un punto de interés; previsto en el mismo plano que la dirección de referencia.
<b>Erosionabilidad</b>	Degradación y transporte del suelo o roca que producen distintos procesos en la superficie de la tierra, por medio agentes como el agua y el viento.
<b>Fondo de pensión</b>	Tipo de ahorro a largo plazo que ofrecen los bancos.
<b>Préstamo fiduciario</b>	Crédito que otorga una entidad financiera tomando como base la capacidad de pago de la persona que lo solicita.
<b>Préstamo hipotecario</b>	Crédito que otorga una entidad financiera tomando como garantía un bien inmueble, en caso que el deudor no pague la deuda.
<b>Silicio</b>	Elemento químico en forma de metal sólido que en su forma cristalina es gris y con brillo metálico amarillento, muy abundante en la corteza terrestre formando parte de la arena y las rocas.



## RESUMEN

La Granja Avícola Gaby está situada en la aldea Los Mixcos, municipio de Palencia departamento de Guatemala. Actualmente se dedica a la producción de huevos, pollita y gallina grande para su venta y consumo en general. Se distribuye a nivel local dentro de su aldea y municipio contando también con clientes en las principales zonas de la ciudad capital.

Para realizar todo su proceso productivo utiliza, como uno de sus principales insumos, la energía eléctrica. Esta es proporcionada en el municipio por la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA) y se toma en cuenta el alto valor que dicho servicio alcanza. Para realizar el estudio, se basó en la implementación de energía renovable mediante la utilización de paneles solares produciendo la energía que la granja necesita.

La utilización de paneles solares, para crear energía eléctrica a partir de la luz solar, se logra a través de celdas que transforman la luz solar en energía eléctrica; como actualmente se utiliza. Los principales sistemas que se conocen actualmente son inyección a la red y almacenamiento. El presente estudio de factibilidad se realiza tomando como base el sistema de inyección a red y aunque la inversión que se necesita para implementar esta tecnología es alta, se logra retribuir la inversión en tan solo el 25 % de la vida útil del sistema. Dicho factor es atractivo para el inversionista e inversión sin costo calculable, para el beneficio del futuro del medio ambiente.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Implementar el uso de paneles solares como principal generador de energía eléctrica en la Granja Avícola Gaby mediante un estudio de factibilidad.

### **Específicos**

1. Describir el funcionamiento del panel solar y sus usos en Guatemala.
2. Identificar los riesgos potenciales de la suspensión del suministro de energía eléctrica en la crianza de pollitas.
3. Establecer el tamaño ideal de los paneles en función de las necesidades de consumo de la Granja Avícola Gaby.
4. Analizar los requerimientos de infraestructura para la instalación de los paneles.
5. Determinar otros usos de la energía solar dentro del proceso de producción de la granja.
6. Establecer la reducción de costos, luego de la puesta en marcha del presente trabajo de graduación.

7. Determinar el costo de inversión para la implementación del presente trabajo de graduación.
8. Determinar el tiempo en el cual se estaría recuperando la inversión inicial.

## INTRODUCCIÓN

La transformación y uso de la energía solar como fuente alterna o sustituta de la energía eléctrica se está tornando en una necesidad y en Guatemala hay empresas que ya cuentan con la tecnología necesaria para hacer uso de la energía solar. Estas emplean calentadores de agua para uso industrial y doméstico, equipos de calefacción solar, chimeneas solares, equipos deshidratadores de frutas y verduras para industrias como la hotelera, la hospitalaria y la doméstica.

Por su parte, la industria avícola utiliza la energía eléctrica principalmente como fuente de calor en la crianza de pollas y el alcance del calor comienza desde evitar la muerte de la pollita, hasta lograr un lote homogéneo en función de tamaño y productividad. Esto debido a que las aves son prácticamente la razón de ser de esta empresa, es por ello que en el presente trabajo de graduación se realizará un estudio para proponer el mejoramiento del proceso de calefacción del ave en la Granja Avícola Gaby, mediante la inclusión de celdas fotovoltaicas.

Se inicia evaluando y describiendo la situación actual de la granja, su distribución actual, capacidad productiva y así, determinar el área que necesita ser provista de energía calorífica y la cantidad necesaria para los diferentes tamaños de la polla. Se realiza un estudio del impacto que causaría en la granja la ausencia de electricidad. También se consideran los hechos históricos en el tema de la electricidad en el municipio de Palencia y la fuente de obtención de la energía eléctrica en dicho municipio; terminando con una

descripción de los paneles solares, su funcionamiento y clasificaciones así como su utilización actual en Guatemala y en el municipio de Palencia.

Seguidamente se determina el consumo de energía eléctrica que requiere la granja, se evalúa la capacidad del proyecto que se quiere implantar y el tamaño correspondiente del panel o paneles necesarios para cubrir la demanda de energía. Además se estudian los cambios a la infraestructura actual necesarios para la instalación de los paneles solares y para su respectivo mantenimiento así como sus controles de supervisión.

A continuación se estudia la organización administrativa con la que opera la granja, su respectivo organigrama y se evalúa su posible reorganización. Se toman en cuenta los marcos legales en los que opera el municipio de Palencia en lo referente a energía solar y las posibles estrategias de mercado con la implementación de la energía renovable.

Como cuarto punto se investigan los requerimientos y las regulaciones en el uso de paneles solares de los entes gubernamentales relacionados con la energía renovable, como lo son, el Ministerio de Energía y Minas así como el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Se estudian los posibles efectos de las instalaciones de energía solar fotovoltaica sobre los principales factores ambientales, contaminación, residuos, afecciones en el terreno, efectos en la geología, en el medio ambiente y en la flora, fauna y el paisaje de la región.

Posteriormente se estudian los costos generales del proyecto, contemplando los de inversión, tanto en la compra del equipo necesario como también de las modificaciones a la infraestructura que se necesitarán, para la instalación de dichos equipos. Se estimarán los costos necesarios para operar la granja con el nuevo equipo y los costos de mantenimiento.

Finalmente se realiza un estudio de la inversión actual con las herramientas económicas del valor presente neto (VPN), costo anual único equivalente (CAUE), la tasa interna de retorno (TIR) y el beneficio costo del proyecto. Se proyecta al futuro para determinar si el proyecto es rentable o no y en cuánto tiempo se podrá recuperar la inversión y la vida útil de los paneles, su depreciación y reparaciones. Asimismo, se evaluará su punto de equilibrio en cuanto a producción de energía eléctrica y se determinará si el precio de venta será afectado. Por último, se indicarán las posibles formas de financiamiento por los principales bancos del país o si sería posible realizarlo con capital propio.



# **1. ESTUDIO DE MERCADO**

Se evalúa y describe la situación actual de la Granja Avícola Gaby, el área que necesita ser provista de energía calorífica y la cantidad necesaria para los diferentes tamaños de la polla. Se realiza un estudio del impacto que causaría en la granja la ausencia de electricidad, se consideran los hechos históricos en el tema de la electricidad en el municipio de Palencia y la fuente de obtención de la energía eléctrica en dicho municipio.

## **1.1. Situación actual**

Está ubicada en el municipio de Palencia departamento de Guatemala. Conformada por su propietario y administrador general, un supervisor de granja y 2 ayudantes. El fin principal de la granja es mantener su producción promedio de 10 000 huevos diarios a través de una población de aproximadamente 14 000 gallinas ponedoras, las cuales están distribuidas en 11 galeras. Cuando estas llegan a una edad entre 18 y 20 semanas empiezan a ser vendidas para el consumo en sus diferentes mercados, entregando un promedio de 50 gallinas diarias. La granja se abastece de ellas cada 18 semanas por lotes de aproximadamente 6 000 pollas que han sido criadas desde su nacimiento hasta las 3 semanas en incubadoras.

### **1.1.1. Municipio de Palencia**

Palencia es el nombre de un municipio del departamento de Guatemala situado a 28 km al nordeste de la ciudad de Guatemala. El municipio se extiende sobre una zona selvática, con una población dispersa en pequeños

núcleos, normalmente no superiores a los 3 000 individuos para un total de 56 000 habitantes.

El municipio tiene una extensión de 196 km<sup>2</sup>, con una altura media sobre el nivel del mar de 1 300 metros. La población se reparte en una treintena de caseríos y un total de 21 aldeas, dedicadas fundamentalmente a la actividad agrícola, con cultivos muy variados y no extensivos. Entre otros productos, se cultivan hortalizas, leguminosas, café, caña de azúcar y diversos tipos de frutas, aunque en la zona también se cuenta con ganadería bovina y cierta actividad de industrias de artesanía<sup>1</sup>.

#### **1.1.1.1. Fuentes de energía actuales del municipio**

Actualmente, la única fuente de energía con la que cuenta el municipio de Palencia es la Energía Eléctrica y es proporcionada por la Empresa Eléctrica de Guatemala S. A. (EEGSA).

#### **1.1.1.2. Incidencia de la falta de energía eléctrica en el municipio de Palencia**

Por testimonio de la alcaldía del municipio se tiene conocimiento de la falta de energía eléctrica en Palencia. Estas han sido muy esporádicas pero aun así, la alcaldía municipal, al momento, no cuenta con ningún tipo de registro o estadística al respecto.

---

<sup>1</sup> Entrevista a secretario municipal. (2013). Municipalidad de Palencia.

### **1.1.2. Granja avícola**

Se dedica principalmente a la producción de huevos, y como actividad secundaria, a la venta tanto de pollas como de pollos desde la edad de 18 a 20 semanas. La granja cría la raza de pollas *ISA BROWN*, raza que se caracteriza por su fácil adaptación al clima cálido, son livianas de peso y los huevos son de color marrón. Estas consumen menor cantidad de concentrado y producen mayor cantidad de huevos. La alimentación de las pollas se basa en una dieta alimenticia con base en alimento concentrado súperhuevo Prepico de harina marca Italco, desarrollado específicamente para gallinas ponedoras. La alimentación se suministra una vez al día por las mañanas y en las raciones recomendadas por el fabricante.

Cabe mencionar que la granja no produce sus propias pollitas sino que las compra a una tercera empresa y desde que las obtiene a los 3 días de edad hasta la edad de 3 semanas, es necesario proveerles calor a través de incubadoras que mantienen temperaturas aproximadas de 85 °C por un total de 12 horas diarias durante el período nocturno. Para fines de crianza es tomado desde las 18:00 hrs. hasta las 06:00 hrs. Esto con el fin de que la granja pueda mantener su producción de aproximadamente 10 000 huevos diarios; es necesario que el supervisor y sus ayudantes recojan los huevos de los nidos 4 veces al día, revisen diariamente la población de pollas para detectar aves enfermas.

Es muy importante que velen por las condiciones higiénicas principalmente dentro de las galeras, para eso se debe de llevar un estricto control de las vacunas de la población pollina y del abastecimiento de agua y concentrado a las galeras. El piso de las galeras está cubierto por cascarilla de

arroz, el cual es reemplazado cada 3 meses (a menos de que por un caso de una emergencia sea necesario cambiarlo antes).

#### **1.1.2.1. Distribución de la granja**

Está distribuida en 3 sectores y estos están divididos 11 en galeras para gallinas ponedoras y de las cuales una es para incubación de pollita y otra destinada como bodega de almacenaje. Estas resguardan una población total de aproximadamente 14 000 gallinas ponedoras y una población es de 6 000 pollitas. Cada galera esta abastecida con 16 comederos y 16 bebederos de agua que se limpian diariamente.

#### **1.1.2.2. Capacidad productiva**

La granja avícola tiene una población total de 14 000 pollas entre las edades de 18 a 60 semanas. Las gallinas ponedoras empiezan a dar huevos al romper postura (madurez sexual) a las 18 semanas, la edad óptima es de 20 a 22 semanas. De ahí en adelante la producción de huevos va en aumento hasta que llegan al pico máximo de producción de 30 a 33 semanas hasta las 40 a 45 semanas, y desciende hasta las 50 a 70 semanas, el fin de su vida útil.

La granja en cuestión vende aproximadamente 1 500 gallinas mensuales alternándolas entre todas las edades y el resto se destina a la producción de huevo obteniendo un total de aproximadamente 10 000 huevos diarios. Son 300 000 huevos mensuales ordenados en 5 diferentes tipo de tamaños y según su peso: AA, A, B, C y PIPOS. Se colocan en cartones de huevos que a su vez se empacan en cajas con capacidad de 12 cartones. La distribución de los huevos empieza con venta directamente en la granja. Se continúa

abasteciendo mediante 3 camiones de 5 toneladas en todo el municipio de Palencia llegando a la capital metropolitana c

on puntos de principales de distribución en la zona 18, 5, 14, 10, 12 y por último en el mercado de la terminal zona 4.

### **1.1.2.3. Impacto en ausencia de energía eléctrica**

En primer lugar, la granja se vería afectada principalmente en la población de pollitos ya que se abastece para las diferentes áreas de la producción cada 18 semanas. La misma adquiere un total de 6 000 pollitos que tienen 3 días de haber salido del cascarón, se les mantiene durante 3 semanas a una temperatura de 85 °C por períodos de 12 horas durante las noches. Debido a la edad que tienen, si por alguna razón les faltara energía para producir calor durante las noches, esto causaría la muerte de un tercio de la población debido a que no se encuentra fuente calorífica, dos noches causaría la muerte de dos tercios de la población hasta llegar a la muerte total de la población de pollitos siendo en tres días.

En segundo lugar, el suministro de agua en la granja para las actividades de limpieza y abastecimiento de los bebederos de todas las galeras se agotaría, ya que para dicho suministro 1 depósito de agua es utilizado, y mediante el uso de una bomba eléctrica de 1 Hp hace llegar el agua a cada galera.

En tercer lugar, para clasificar los huevos en los 5 diferentes tamaños, la granja utiliza una maquina eléctrica que los pesa y ubica en el grupo que deben estar. La máquina funciona las 8 horas que el personal labora diariamente en la granja.

## **1.2. Paneles solares**

Son dispositivos diseñados para captar parte de la radiación solar y convertirla en energía eléctrica para que sea utilizada por el hombre.

### **1.2.1. Concepto y funcionamiento**

Un panel solar es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar. El término comprende a los colectores solares utilizados para producir agua caliente (usualmente doméstica) y a los paneles fotovoltaicos utilizados para generar electricidad.

Las celdas solares son conectadas mediante un circuito en serie, de esa manera se aumenta la tensión de salida de la electricidad, es decir, si será de 12 o 24 voltios. A la vez varias redes de circuito son conectadas para aumentar la capacidad de producción eléctrica que generará el panel. Dado que el tipo de corriente que entregan los paneles solares es corriente continua, generalmente se utiliza un inversor y convertidor de potencia, de esta forma se transforma la corriente continua en corriente alterna, la que se usa generalmente en los hogares, trabajos o comercios.

El tipo de sistema fotovoltaico que se estaría implementando en la Granja Avícola Gaby sería del tipo inyección a la red, pues es el más ideal por su compatibilidad con la conexión eléctrica ya existente. Este consiste básicamente en generador fotovoltaico (paneles solares fotovoltaicos) acoplado a un inversor que opera en paralelo con la red de energía eléctrica convencional.

### 1.2.2. Clasificaciones

Existen diferentes tipos de paneles solares comercializados hoy en día y se clasifican en función de los materiales y los métodos de fabricación que se empleen. Los tipos de paneles solares que se encuentran en el mercado son:

- Panel solar monocristalino (silicio puro monocristalino): basado en secciones de una barra de silicio perfectamente cristalizado en una sola pieza.
- Panel solar policristalizado (silicio puro policristalino): los materiales son semejantes a los del tipo anterior aunque en este caso el proceso de cristalización del silicio es diferente. Se basan en secciones de una barra de silicio que se ha estructurado desordenadamente en forma de pequeños cristales. Son visualmente reconocibles, por presentar en su superficie un aspecto granulado. Se obtiene un rendimiento inferior que con los monocristalinos.
- Paneles de lámina delgada: por las características físicas del silicio cristalizado los paneles fabricados siguiendo esta tecnología presentan un grosor considerable. Mediante el empleo del silicio con otra estructura o de otros materiales semiconductores como por ejemplo: silicio amorfo (TFS), telurio de cadmio, arseniuro de galio, diseleniuro de cobre en indio. Es posible conseguir paneles más finos y versátiles que permiten, en algún caso, su adaptación a superficies irregulares.
- Paneles Tándem: combinan dos tipos de materiales semiconductores distintos debido a que cada tipo de material aprovecha solo una parte del

espectro electromagnético de la radiación solar. Mediante la combinación de dos o tres tipos de materiales es posible aprovechar una mayor parte del mismo; con este tipo de paneles se ha llegado a lograr rendimientos mayores que los anteriores descritos.

- Panel basado en el Cobre Indio Galio Diselenido (CIGS): nueva tecnología que está llamada a revolucionar el mundo de la energía solar fotovoltaica. Se trata de un nuevo tipo de panel solar muy fino, económico para producir y que según dicen sus desarrolladores presenta el mayor nivel de eficiencia de todos los materiales. Se prevé que en un futuro no muy lejano, debido a su competitiva relación entre producción de energía/costo, pueda llegar a sustituir a los combustibles fósiles en la producción de energía.

### **1.2.3. Utilización de paneles solares en otras industrias**

Tradicionalmente este tipo de energía se utilizaba para el suministro de calor termal. Los paneles solares se utilizaban para producir la energía que templaría el agua que luego produciría calor a casas, edificios o simplemente agua caliente para uso doméstico o en piscinas. En países industrializados como Estados Unidos, España y otros alrededor del mundo se utilizan los paneles solares para producir *Concentrating Solar Power (CSP)* energía solar concentrada y *Photovoltaic (PV)* energía fotovoltaica.

La energía solar concentrada utiliza grandes extensiones de tierra con instalaciones de espejos para direccionar la luz solar hacia un punto específico. De esa forma se llega a temperaturas muy altas de calor en esos puntos que son líneas o depósitos de agua al ser expuesta a las altas temperaturas se evapora y se direcciona hacia turbinas conectadas a generadores eléctricos, los

cuales tienen la capacidad de generar la energía eléctrica para comunidades enteras.

La segunda utilización principal de la energía solar mediante paneles solares es la energía fotovoltaica usada desde 1985. Esta ha sido aprobada, es segura y continua mejorando. Este tipo de energía convierte la energía solar directamente en energía eléctrica para su posterior uso desde demandas pequeñas (calculadores solares), demandas medianas (energía utilizada en casas domésticas y edificios) hasta instalaciones capaces de producir la energía para una ciudad o región, en lugares donde no era rentable la instalación de líneas eléctricas.

Con el tiempo, su uso se ha ido diversificando hasta el punto que resultan de gran interés las instalaciones solares en conexión con la red eléctrica. La energía fotovoltaica tiene muchísimas aplicaciones en sectores como las telecomunicaciones, automoción, náuticos, parquímetros. También se encuentran encontrar instalaciones fotovoltaicas en lugares como carreteras, ferrocarriles, plataformas petrolíferas o incluso en puentes, gaseoductos y oleoductos. Tiene tantas aplicaciones como tenga la electricidad. La única limitación existente es el costo del equipo o el tamaño del campo de paneles.

#### **1.2.4. Utilización en Guatemala y municipio de Palencia**

Actualmente, en Guatemala, se encuentra la tecnología fotovoltaica como fuente alimentadora de energía en postes de alumbrado eléctrico, casetas telefónicas públicas, ventiladores pequeños, juguetes (plantas, insectos, automóviles que se desplazan) o manzanas enteras con instalaciones de miles de paneles solares, tal es el caso de la nueva generadora de 5 MW de energía eléctrica que se produce a través del sol.

Figura 1. **Paneles solares de uso doméstico**



Fuente: Sistemas Solares. [www.solar.com.gt](http://www.solar.com.gt). Consulta: 3 de abril de 2013.

De los usos más avanzadas que se le da actualmente a la energía solar lo brinda la empresa Quetsol. Dicha empresa cambia la vida de las comunidades fuera del alcance de la energía eléctrica proveyendo servicios de energía solar a un precio más barato que el uso de candelas o keroseno. Su tecnología aún pendiente de ser patentada instala sistemas que distribuyen la preciada energía eléctrica a comunidades que no la tienen y mediante la ayuda de patrocinadores, para dichos sistemas, brindan desarrollo a las comunidades.

En el municipio de Palencia se ve que la utilización que le están dando los pobladores a la energía fotovoltaica son los calentadores solares y alumbrado de jardines mediante lámparas solares. Estas se observan en las terrazas y jardines de las casas cuando se visita el municipio.

## **2. ESTUDIO TÉCNICO**

### **2.1. Capacidad actual**

La Granja Avícola Gaby produce principalmente huevos. Además de estiércol de las gallinas para que se produzca el tipo de abono llamado gallinaza y finalmente vende gallinas para consumo doméstico.

La granja está distribuida en 11 galeras albergando a 14 000 gallinas ponedoras (aproximadamente) de las cuales se obtienen aproximadamente 10 000 huevos diarios. Se obtienen un aproximado de 50 quintales de estiércol de gallina (el cual va mezclado con cascarilla de arroz) y son vendidas en promedio 50 gallinas diarias de todas las edades. Los huevos son recogidos de los nidos 4 veces durante el día y a su vez son divididos en 5 diferentes tamaños a través de una máquina que trabaja 8 horas diarias. Una vez divididos los huevos por su tamaño son depositados en cartones, luego en cajas y por último son almacenados en la bodega.

La importancia del estiércol de las gallinas se da debido a que del 100 % de los nutrientes del concentrado con el que se les alimenta únicamente asimilan entre el 30 % y 40 %. El restante 60 % y 70 % se encuentra en su estiércol, el cual es la materia prima del abono llamado gallinaza y contiene un importante nivel de nitrógeno imprescindible para que tanto animales como plantas asimilen otros nutrientes.

### **2.1.1. Infraestructura actual**

La infraestructura total de la avícola está conformada por 11 galeras de diferentes tamaños. Ver figura 2, la estructura principal de las galeras está constituido por una construcción de *block* completa en las paredes que constituyen el ancho de las galeras y en los lados del largo de las galeras se eleva una pared de 2 *blocks* de alto desde la base del terreno. En sus 4 esquinas tiene columnas de concreto de 15 x 15 centímetros hasta una altura de 2 metros.

Como estructura secundaria tiene columnas formadas de 2 costaneras soldadas de 3 x 1,5 pulgadas, las cuales estas colocadas cada 3 metros y están cercadas por malla lo que permite una ventilación optima en las galeras. El techo está construido por medio de costaneras de igual medida cada 1,5 metros y lámina galvanizada formando techo a 2 aguas, con una inclinación de 15° sobre la horizontal. La única galera que está construida a su totalidad de *block* es la que está destinada como bodega de huevos, también se encuentra, en dicha bodega, los cartones y cajas para guardar los huevos por sus diferentes tamaños para venta en diferentes lugares.

En la bodega de almacenamiento también se encuentran almacenados los concentrados, vacunas y vitaminas para las gallinas. Además de las máquinas para el mantenimiento de las galeras y los archivos de todos los inventarios y registros que al momento lleva la administración.

Figura 2. **Foto satelital de la Granja**



Fuente: Google Earth. Consulta: 3 de abril de 2013.

### **2.1.2. Distribución de planta actual**

Las 11 galeras que conforman la Granja Avícola Gaby están divididas en sectores de la siguiente manera:

- El primer sector tiene 6 galeras de gallinas ponedoras distribuidas de la siguiente manera:
  - 5 galeras de 10 x 4 metros
  - 1 galera de 8 x 4 metros

- El segundo sector tiene 3 galeras de gallinas ponedoras cuyas medidas son de 15 x 4 metros.

Figura 3. **Ilustración de la infraestructura de cada galera I**



Fuente: Granja Avícola Gaby.

- El tercer sector tiene 2 galeras distribuidas de la siguiente manera:
  - 1 galera de 20 x 4 metros de incubación de pollitos.
  - 1 galera destinada para el almacenamiento de los huevos ya empacados, concentrados, vacunas y vitaminas para las gallinas. Las máquinas para el mantenimiento de las galeras, y los archivos de todos los inventarios y registros que al momento lleva la administración. En su techo se encuentran localizados el depósito de agua para abastecimiento de la granja y la máquina que divide los huevos.

Figura 4. **Ilustración de la infraestructura de cada galera II**



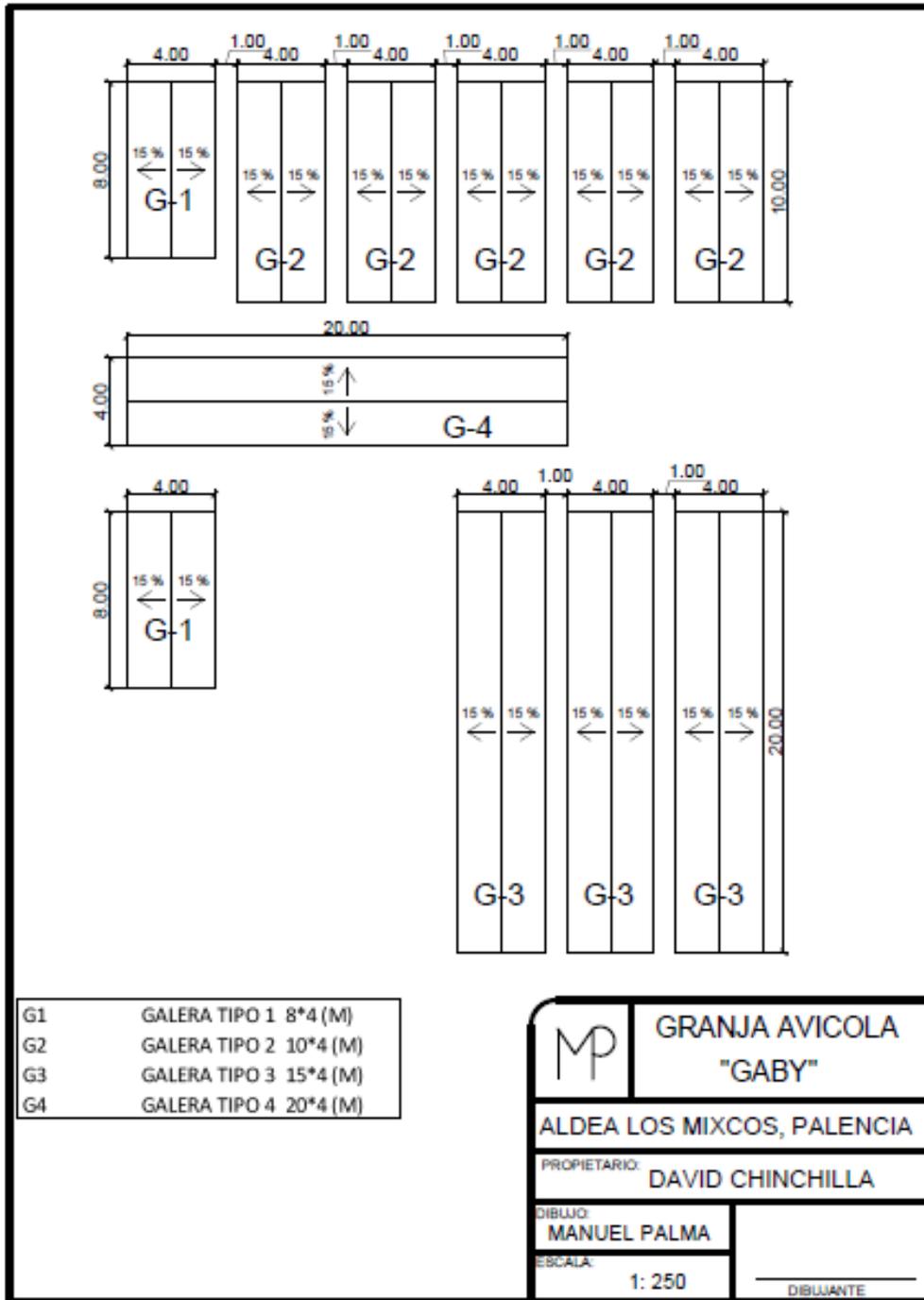
Fuente: Granja Avícola Gaby.

### **2.1.3. Cálculo de energía actual**

El consumo al mes que tiene la granja se obtiene mediante el uso del modelo matemático: consumo = potencia x horas de uso diario x días del mes. El mismo modelo para cada aparato que se utiliza en la granja y al final la sumatoria de cada uno dará el total de la energía que se está utilizando actualmente en la granja:

- Incubadoras:  
4 incubadoras x 4 lámparas c/u x 150 W cada lámpara = 2 400 W (potencia).  
Consumo = 2 400 w x 12 hrs/día x 31 días = 892 800 Wh/mes.

Figura 5. Mapa de la Granja Avícola Gaby



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

- Maquinas seleccionadoras de huevos:  
 $2 \text{ motores} \times \frac{1}{4} \text{ hp} = 373 \text{ W (potencia)}$ .  
 $\text{Consumo} = 373 \text{ w} \times 3 \text{ hrs/día} \times 31 \text{ días} = 34\,689 \text{ Wh/mes}$ .
- Bomba de agua:  
 $1 \text{ bomba} \times \frac{1}{2} \text{ hp} = 373 \text{ W (potencia)}$ .  
 $\text{Consumo} = 373 \text{ w} \times 2 \text{ hrs/día} \times 31 \text{ días} = 23\,126 \text{ Wh/mes}$ .

El consumo resultante mensual de la granja es igual a 950 615 Wh/mes, lo que equivale a 950,62 kWh/mes (kilowatts hora al mes).

## **2.2. Capacidad estimada del proyecto**

El proyecto, de obtener la energía consumida y demandada en la granja mediante el uso de energía solar, abastecerá el 100 % del consumo energético actual. Debe proveer aproximadamente 951 kWh/mes distribuidos en el tiempo que utiliza durante el día y la noche.

### **2.2.1. Demanda estimada de energía**

Se entiende por demanda de energía al pico máximo de suministro de energía eléctrica que puede consumir y por lo tanto demandar un sistema eléctrico en un momento dado. El consumo de energía de la granja está concentrado en la galera destinada a la incubación de pollitos distribuida en 4 incubadoras. Utiliza 2 máquinas para repartir los huevos por tamaños y una bomba de agua para abastecer el líquido a toda la granja. El cálculo de la demanda de energía eléctrica actualmente se determina con la ecuación: consumo = cantidad de aparatos x potencia y está distribuido de la siguiente manera:

- 4 incubadoras x 4 lámparas c/u x 150 W cada lámpara = 2 400 W
- 2 motores x ¼ hp = 373 W
- 1 bomba x ½ hp = 373 W

El resultado de demanda de energía actualmente utilizada al tener todos los aparatos operando en el sistema eléctrico es de 3 146 W equivalente a 3,15 kW.

### **2.3. Paneles solares**

La forma capturada de luz solar, para su posterior conversión a energía eléctrica es mediante paneles solares o fotovoltaicos. Estos paneles están formados por conjuntos de las denominadas células o celdas solares, que transforman la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (electrones).

Los paneles fotovoltaicos están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas son llamadas células fotovoltaicas. La palabra proviene del griego fotos, que significa luz. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico en donde la energía luminosa produce cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo, haciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente. Actualmente, casi todas las células solares que conforman los paneles solares son fabricadas a base de silicio, elemento semiconductor abundante en el mundo.

#### **2.3.1. Tipos de paneles**

Pueden distinguirse dos tipos:

- Paneles de energía solar térmica: llamados colectores solares térmicos. Estos convierten la luz en calor y se clasifican en: colectores de agua que son utilizados para la calefacción y para producir agua caliente sanitaria. El segundo es: colectores de aire donde el aire que circula se calienta en contacto con los absorbentes. Después es ventilado en los ambientes de calefacción o utilizado en los cobertizos para el secado de los productos agrícolas.
- Paneles solares fotovoltaicos: llamados módulos fotovoltaicos, convierten la luz en electricidad.

En ambos casos, los paneles son generalmente planos, con varios metros de anchura y longitud, diseñados para facilitar su instalación.

Los paneles solares que se estarían utilizando, para llevar a cabo el proyecto, son del tipo fotovoltaicos, un total de 26 paneles y un costo a invertir de Q 58 426,55 (ver cotización de sistemas solares) para satisfacer la demanda de energía que tiene actualmente la granja.

### **2.3.2. Tamaño de paneles**

Los tamaños actualmente utilizados en el mercado para este tipo de proyectos son 1,64 mts o 2 mts de largo; 1,06 mts o 1,48 mts de ancho y 3,5 centímetros a 4,5 centímetros de ancho. Según las necesidades o capacidad de energía que se quiera generar, así será el espacio necesario para instalar el sistema de paneles fotovoltaicos. El peso aproximado de cada panel, ya con su estructura de montaje, es de 36,96 libras ( $\pm$  1,1 libras) a 46,2 libras ( $\pm$  1,1 libras).

Las dimensiones de los paneles, que se estarían utilizando para el sistema fotovoltaico en la granja, serían de 1,61 x 1,06 x 0,046 mts con un peso aproximado de 30 libras.

### **2.3.3. Proveedores**

Dentro de la ciudad de Guatemala se encuentran las siguientes empresas:

- Enersol
  - Dirección: carretera a El Salvador Km. 17,5 Arrazola II lote 106.
  - Teléfono: 6634-1663.
  - [www.enersolgt.com](http://www.enersolgt.com)
  
- EOS-POWER
  - Dirección: 13 calle 5-10 zona 10 Guatemala.
  - Teléfono: 2313-0100.
  - [www.eos-power.com](http://www.eos-power.com)
  
- SADEESA
  - Dirección: avenida Elena 3-43 Zona 1.
  - Teléfono: 2238-4328.
  - [www.sadeesa.net](http://www.sadeesa.net)
  
- Aire Max
  - Dirección: avenida La Castellana 8-69 zona 9.
  - Teléfonos: 2360-5377, 2360-5379, 2278-1442.
  - [www.airemax.com.gt](http://www.airemax.com.gt)

Figura 6. **Ejemplo de los paneles solares**



Fuente: Enersol de Guatemala. [www.enersolgt.com](http://www.enersolgt.com). Consulta: 5 de abril de 2015.

- **Sistemas Solares S. A.**
  - Dirección: 3 av. 13-74 zona 3 de Mixco Bodega #1 colonia El Rosario.
  - Teléfono: 2434-0825.
  - [www.solar.com.gt](http://www.solar.com.gt)

#### **2.4. Localización del panel**

Para delimitar eficientemente los paneles solares en la granja es necesario explicar el efecto que tiene el sol sobre la superficie de la tierra y los dos parámetros de dependencia:

- Los relativos a la geografía: latitud, longitud, altitud y topografía del terreno.
- Los referentes a la geometría de la superficie de recepción: orientación, inclinación y reflectancia.

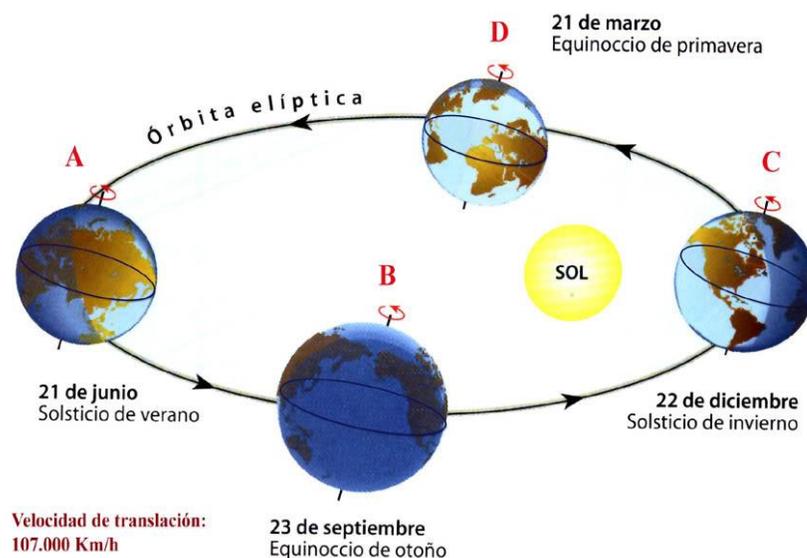
Para analizar la incidencia solar se debe utilizar una carta solar y encontrar el ángulo azimutal y la altitud del sol óptimos para cada región. Se entiende como ángulo azimutal a la inclinación del sol desde el norte en el plano de la tierra; es decir, tomando el norte como los  $0^{\circ}$ . La altitud es el ángulo entre el horizonte y el sol medido en grados.

Se considera que la tierra se ve afectada por el sol de las siguientes formas:

- En el solsticio de verano (junio 21) el ángulo de inclinación del eje de los polos es máximo con relación a los rayos solares. Al medio día son perpendiculares al trópico de cáncer (latitud  $23^{\circ}$  norte) por lo tanto en el hemisferio norte los períodos de sol aumentan y en el hemisferio sur disminuyen.
- En el solsticio de invierno (diciembre 22) sucede lo opuesto, quedando invertido el ángulo de inclinación y el trópico de Capricornio (latitud  $23,27^{\circ}$  sur). Se beneficia de una radiación perpendicular, en este caso el hemisferio sur recibe más sol.
- En los equinoccios de primavera y otoño (marzo 21 y septiembre 23 respectivamente) la radiación solar es perpendicular al ecuador. Los días y las noches tienen igual duración en todo el planeta.

Del 1 de mayo al 13 de agosto el recorrido solar en Guatemala es norte, del 23 de septiembre al 21 de marzo el recorrido es sur. Sin embargo, del 21 de marzo al 1 de mayo y del 13 de agosto al 23 de septiembre el recorrido fluctúa durante el día. En la mañana el sol se ubica en el norte, durante el día cambia al sur y por la tarde, en el ocaso, se sitúa nuevamente en el norte.

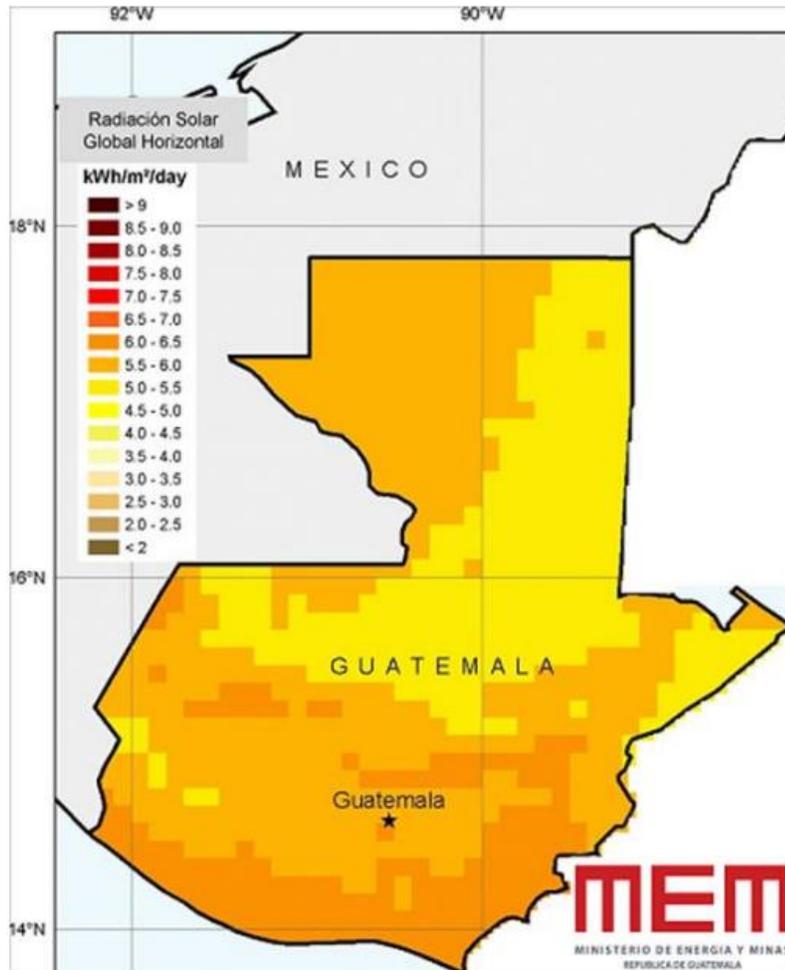
Figura 7. **Órbita de la tierra alrededor del sol**



Fuente: Sitio Solar. [www.sitiosolar.com](http://www.sitiosolar.com). Consulta: 27 de marzo 2014.

Guatemala se encuentra ubicada en la latitud  $15^{\circ} 30'$  norte y longitud  $90^{\circ} 15'$  oeste. Partiendo desde esta latitud y longitud los paneles solares deben de ubicarse con un azimut de  $15^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  con dirección hacia el sur este para que su recolección de energía solar sea óptima, tomando en cuenta la mayor cantidad de tiempo por el recorrido del sol durante el día.

Figura 8. **Mapa de radiación solar en Guatemala**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas. [www.mem.gob.gt](http://www.mem.gob.gt). Consulta: 7 de junio de 2013.

#### 2.4.1. Criterios de decisión

Se tomarán 3 criterios para decidir la ubicación idónea de la instalación de los paneles solares, las cuales son:

- Mejor ubicación para recepción eficiente de energía solar: partiendo de la latitud y longitud de Guatemala, la mejor ubicación es con una inclinación de 15° a 30° con dirección sur este.
- Menor costo de instalación: los costos de instalación de los paneles, así como de sus estructuras individuales, ya están incluidos en los precios de venta de todos los proveedores.
- Menor costo de adaptación de infraestructura: por la inclinación, que ya tienen los techos de las galeras de la granja y sus materiales de construcción, se colocarán los paneles con sus bases por encima de las láminas de las galeras, de los sectores 1 y 2.

#### **2.4.2. Justificación de la ubicación elegida**

Los fabricantes y distribuidores de los paneles solares para producción de energía eléctrica recomiendan para que la recepción solar sea óptima y de 6 horas diarias la estructura de montaje de los paneles debe tener un ángulo de inclinación mínimo de 15° y un ángulo máximo de 30° sobre la horizontal. La granja cuenta con 9 galeras cuyo techo tiene una inclinación de 15° de lámina galvanizada y vigas de costaneras de hierro, construcción de base de *block*, columnas principales de concreto y secundarias de costaneras dobles, teniendo un área total de 530,45 metros cuadrados distribuidos de la siguiente manera:

- Sector 1:
  - 5 galeras x 10 mts largo x 5,15 mts de lámina = 257,5 metros cuadrados.

- 1 galera x 8 mts largo x 5,15 mts de lámina = 41,2 metros cuadrados.
- Sector 2:
  - 3 galeras x 15 mts largo x 5,15 mts de lámina = 231,75 metros cuadrados.

Los 5,15 mts de lámina equivalen al ancho del techo de cada galera cuya cara esta en dirección Sur Este.

## **2.5. Adaptación de infraestructura**

Se evaluó la infraestructura de la construcción de las 9 galeras, 6 del sector 1 y 3 del sector 2, teniendo un total de 530 mts<sup>2</sup> disponibles para la instalación de los paneles y sus bases. Depende de los proveedores para cubrir el consumo de energía eléctrica en la granja, pues serían necesarios sistemas de entre 28 y 32 paneles. Además los paneles varían en tamaño y peso, en promedio se tienen las siguientes medidas: 1,5 metros de ancho x 1,75 metros de largo (2,63 mts<sup>2</sup>) y un promedio de 40 libras (peso incluye su base de instalación).

Considerando que por galera se cuenta con aproximadamente 55 mts<sup>2</sup> de área idónea para la instalación de los paneles y un peso aproximado de 500 lbs (peso equivalente a 3 personas de 165 lbs realizando algún tipo de trabajo en los techos), se podrían instalar hasta 4 paneles solares con sus bases de instalación sujetas a las vigas de costanera que actualmente tienen los techos de las galeras. Dicha distribución permite que se instalen un total de 36 paneles en la granja, dando un margen a favor de 4 paneles para cualquier ampliación que se necesite hacer en el futuro ya que para suplir el consumo

actual de la granja son necesarios un máximo de 32 paneles. Según cotización del proveedor, la adaptación de la infraestructura de las galerías asciende a Q 7 826,44.

Por otra parte, para instalar el equipo fotovoltaico de inyección a la red es necesario reemplazar el contador actual por un contador bidireccional. También se debe realizar un cableado independiente para acoplar el sistema fotovoltaico al sistema de energía eléctrica convencional instalado actualmente. Tanto el equipo (protecciones, cableados y contador), como la instalación del mismo y los honorarios de la mano de obra calificada es otorgado por la empresa proveedora a un costo de Q 3 695,82 por concepto de equipo y Q 5 326,33 por la instalación y la mano de obra.

Los trámites correspondientes por reemplazo e instalación del contador bidireccional ya están incluidos en el precio de instalación y son realizados por parte de la empresa instaladora.

## **2.6. Mantenimiento de equipo**

La empresa proveedora del equipo tiene la opción de realizar el mantenimiento preventivo del equipo, realizar capacitaciones para que personal que adquirió el equipo puedan elaborarlo. En ambos casos el mantenimiento se basa exclusivamente en el manual del usuario. Dicho mantenimiento es sencillo o podría decirse casi nulo. En el mantenimiento de los paneles o módulos solares se debe limpiar en forma sistemática la cubierta frontal de vidrio del panel solar y se recomienda limpieza específica entre celdas.

La limpieza se debe hacer con agua y un paño muy suave o esponja húmeda y de ser necesario, se empleará detergente con movimientos suaves

para no lastimar las láminas. En todo momento utilizar guantes de látex para evitar descargas eléctricas en ambas vías. Aunque los paneles solares pueden funcionar eficazmente sin necesidad de ser lavados, la eliminación de la suciedad del cristal delantero puede aumentar la producción de energía eléctrica.

### **2.6.1. Controles de supervisión**

Una vez ya especificado el mantenimiento necesario, para asegurar una correcta recepción de irradiación solar y por consiguiente la transformación a energía eléctrica, se recomienda llevar una bitácora del mantenimiento de los paneles solares y de su respectivo equipo.

Es aconsejable, por el fabricante, realizar una inspección periódica de los paneles dependiendo de las condiciones de la región en donde sean instalados. Esta inspección es por polvo, suciedad, hojas de árboles, basura o cualquier otro objeto que sea movido por el viento. Otra inspección cada 3 meses por daños al cristal y en la parte inferior de los paneles.

Igualmente importante es revisar el marco y estructura de soporte de los paneles, pintándolos cuando sea necesario para prevenir corrosión. Revisar las conexiones eléctricas para detectar conexiones sueltas, sarro o corrosión entre conexiones, u otras que ya no estén en buenas condiciones. Comprobar que la estructura de montaje, de apoyo y módulos están correctamente apretados; revisar las conexiones de los cables, conectores y conexión a tierra. Cabe mencionar que de necesitarse cualquier tipo de reparación o cambio de equipo, este debe ser realizado por personal capacitado considerando la garantía de los paneles que aunque varía entre proveedores, en promedio son de 10 años en instalaciones y 25 años en el equipo.

Para que el mantenimiento del sistema se efectúe de manera profesional será necesario la contratación de un técnico en electrónica para que realice las funciones de verificación mencionadas anteriormente. Los costos de mantenimiento por concepto del técnico serían de Q 100,00 por mantenimiento mensual y de Q 150,00 por mantenimiento cuatrimestral, con un incremento del 7,5 % anual por la ubicación de la granja.

Adicional, es necesario que se realice anualmente una inspección por parte del personal técnico especializado del proveedor la cual tiene un costo de Q 500,00 con un incremento del 10 % anual. Dicha inspección es requerida a partir del año 11 pues los primeros 10 años, la inspección es por concepto de garantía del sistema.



### 3. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

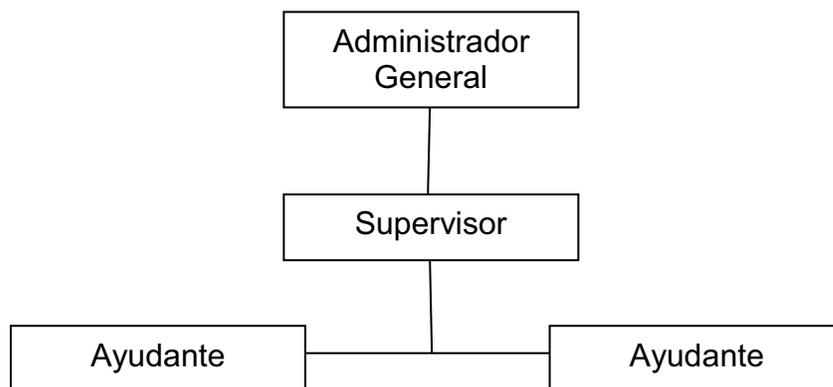
#### 3.1. Estructura administrativa

La estructura de la granja es la tradicional de una empresa unipersonal, en la cual el propietario es el representante legal y administrador general. Este a su vez cuenta con la ayuda de un supervisor y 2 ayudantes para solventar todas las responsabilidades y obligaciones que se requiere.

##### 3.1.1. Organigrama

La forma de administrar y operar de la granja es muy sencilla se basa únicamente en un administrador general y propietario de la empresa, un supervisor y dos ayudantes, el cual queda de la siguiente manera:

Figura 9. **Organigrama**



Fuente: elaboración propia.

### **3.1.2. Puestos y funciones**

El objetivo de la granja, como cualquier otro negocio, es el de obtener buenos ingresos mediante su explotación, por lo cual la misma debe ser rentable y suplir parcial o totalmente los gastos de la propia granja, amortizar inversiones y obtener ganancia. La rentabilidad está determinada por factores extremos, los cuales no pueden ser controlados directamente por el avicultor. Algunos de ellos son: alzas en precios de alimentos concentrados y otros suministros o la baja en los precios de venta de los productos. Una buena administración es rentable mediante una buena planificación, organización, control y dirección de los procesos productivos.

Los procesos productivos son técnicos tales como: conversión alimenticia, mortalidad, tensión o estrés, entre otros. Estos deben evitar incurrir sobre malas inversiones, por tales razones los cargos quedan de la siguiente manera:

- **Administrador:** debe tener conocimientos en estudios los rendimientos obtenidos y compararlos con los gráficos. Para tal efecto proporcionan los criadores de la raza o las casas comerciales que las representan. Las desviaciones encontradas deben ser analizadas cuidadosamente y determinar así si los resultados fuera de los límites que se encuentren, dependen de alimentación, enfermedades, condiciones climáticas, u otras.

Deberá realizar un análisis económico de su negocio como avicultor. Debe efectuar con regularidad los cálculos del costo de los huevos que produce en función del costo de alimento, mano de obra, gastos totales, depreciaciones y todos aquellos factores que inciden en el costo de la producción principalmente los factores ajenos a la granja. Los factores que son controlados únicamente por el mercado tales como los precios de

compra de los insumos de la granja y los precios de venta del producto final de la granja. También de esta manera podrá conocer en cada momento la rentabilidad de su empresa.

- Supervisor: deberá tener los conocimientos técnicos de alimentación avícola, en la ciencia de la estadística y administración de personal y de los inventarios de la empresa.

Como función principal supervisará al personal técnico para verificar que todas las labores de alimentación, cuidado y limpieza estén siendo realizadas correctamente. Adicional registrará diariamente el alimento consumido por galera asegurándose que las mezclas de concentrado con medicina, vitaminas y vacunas sean correctas para los diferentes edades de la población de la granja.

De los datos obtenidos realizará registros y gráficos estadísticos para luego interpretarlos y junto con el administrador de la granja, establecer las estrategias necesarias para llegar a la meta de la empresa. Por ejemplo: número de gallinas existentes en la galera cada día, registro de gallinas muertas por día, de gallinas inferiores o lisiadas que han sido eliminadas, de la conversión alimento/huevos, de huevos rotos o inservibles para la venta.

Debe así mismo tener conocimientos de supervisión de personas, ya que tendrá a su cargo a los técnicos de la granja, debe revisar los registros realizados por el personal técnico y los ajustes necesarios en los mismos.

- Ayudante: actualmente la granja cuenta únicamente con 2 ayudantes, encargados de recoger los huevos producidos 4 veces al día,

almacenarlos en cajas provisionales y luego seleccionarlos por tamaño y calidad para empacarlos en sus cartones y cajas finales. Aprovechar a las gallinas de alimento y agua siguiendo las especificaciones de las diferentes mezclas de concentrado, dependiendo su función.

Deben revisar el funcionamiento de los comederos y bebederos, limpiarlos diariamente y desinfectarlos por lo menos una vez por semana teniendo cuidado de utilizar los productos recomendados para tal fin. Revisar la cama semanalmente sacando aquellas que estén húmedas y reemplazarla por seca. Revisar el material de cama de los nidos y cambiarlo si está muy sucio o húmedo, sacar las gallinas muertas y llevarlas de inmediato al lugar de desecho para ser enterradas o quemadas, sacar gallinas lisiadas o con aspecto enfermizo.

Es conveniente examinar aquellas gallinas enfermas para averiguar qué es lo que las está afectando. Asimismo, sacar gallinas improproductivas (esta operación puede hacerse una vez por semana para no alterar a las gallinas con demasiada frecuencia), sacar las gallinas cluecas y darles el tratamiento adecuado para que reinicien el ciclo de postura, llenar los registros de producción preliminar con la información diaria que se debe llevar para cada grupo de gallinas.

Por el tamaño actual que tiene la granja, no sería necesario incrementar el número de trabajadores de la misma. Pero se dotarían de los conocimientos necesarios a cada puesto para realizarlo de la mejor manera y, obtener los resultados de rentabilidad óptimos de la granja.

Si se llegara a implementar el sistema solar fotovoltaico como fuente principal de energía eléctrica es necesario que tanto el administrador como el

supervisor reciban una capacitación acerca del funcionamiento y cuidados que el sistema necesita para su funcionamiento óptimo y eficiente. El fin es determinar algún funcionamiento anómalo del sistema.

Si bien no es necesario implementar ninguna persona o puesto fijo más a los que actualmente tiene la granja, si es necesario que se contraten los servicios profesionales de un técnico especializado en electrónica para que sea el encargado de realizar las inspecciones de mantenimiento preventivo así como el mantenimiento rutinario del sistema fotovoltaico. La contratación de dichos servicios profesionales serían de manera mensual y al momento de encontrar algún problema en el sistema por parte del técnico especializado o bien dentro de la operación normal, sería el personal técnico de la empresa proveedora la encargada y responsable de verificar la anormalidad.

### **3.2. Aspectos legales**

Según entrevista con el secretario municipal en funciones, la municipalidad de Palencia aún no cuenta con registros de generación de energía renovable (de ningún tipo) dentro de su territorio, por lo tanto no tiene ningún aspecto, requisito o protocolo legal que haya que cumplirse para otorgar los permisos necesarios y realizar proyectos de ésta índole. Únicamente le solicita a las personas individuales o empresas que realicen proyectos de energía renovable, que participen a la municipalidad de la información completa del proyecto y de los resultados obtenidos para llevar un registro de los mismos.

#### **3.2.1. Licencias**

Según entrevista con el secretario municipal, para realizar un proyecto de energía renovable, no es necesario solicitar una licencia de construcción a la

municipalidad de Palencia. El único requisito para iniciar el proyecto es informar a las autoridades de la municipalidad para empezar a llevar registros de proyectos de energía renovable.

### **3.2.2. Normas y regulaciones del municipio**

Según entrevista con secretario municipal, actualmente la Municipalidad de Palencia no tiene normado ningún tipo de requisito específico para proyectos de esta clase. Ahora que se inicia con el aprendizaje en dos vías de este tipo de tecnología, la municipalidad solo tiene como requisito que se le extienda un reporte de la construcción realizada, el equipo que se está utilizando y los resultados que se están obteniendo.

### **3.3. Valor agregado**

La granja también se dedica a la venta de estiércol de gallina preparado (gallinaza) para ser utilizado como abono orgánico o complemento alimenticio en la industria ganadera o en la industria agropecuaria debido a la riqueza química y de nutrientes que este contiene. Este tipo de producto también puede ser incluido en la mercadotecnia como producto ecológico derivado de la utilización de energía renovable.

Todo el proceso productivo y los productos finales que ofrecerá la granja, pueden ser enfocados directamente como productos 100 % amigables con el entorno y 100 % en pro del medio ambiente al ser una empresa pionera en la utilización de energía renovable. Ayudará a recabar información para lograr cumplir con los desafíos que se le presentarán a Guatemala y al mundo entero debido al calentamiento global, pues incrementará con el pasar del tiempo.

La Municipalidad de Palencia también se verá beneficiada con la información que le otorgará la Granja Avícola Gaby.

#### **3.4. Estrategias competitivas**

La granja es la primera en el municipio de Palencia que estaría implementando el uso de energía renovable para su producción; una estrategia competitiva que la pondrá a la vista no sólo de las autoridades del municipio sino del público en general. Datos del Ministerio de Energía y Minas (MEM) dados a conocer mediante entrevista personal con el Secretario del Departamento de Energía Renovable, indican que Guatemala solamente aprovecha el 15 % del potencial hidroeléctrico, 5 % del geotérmico y que la energía eólica es casi nula, por otra parte, del biocombustibles como el etanol son exportados el 90 % de la producción nacional.

Actualmente el MEM tiene conocimiento de diferentes propuestas para fomentar la generación de energía limpia mediante el trabajo de profesionales que buscan soluciones para generar energía renovable. También es llamada energía limpia debido a que no contamina el ambiente ni contribuyen al efecto invernadero.

La estrategia competitiva de la granja radica en hacer énfasis y publicidad en su producción limpia mediante el uso de energía renovable. La misma representará para la granja el pilar más importante y a la vez un aumento en su fortaleza y oportunidad con la disminución en los costos de producción al depender considerablemente menos o casi completamente de la energía eléctrica a mediano y largo plazo. Se reutilizará el excedente de energía producida por el sistema de paneles fotovoltaicos de alguna manera (no se desperdicia) podrá iniciar campañas de *marketing* orientada a la ecología,

tendrá un punto clave y único: el compromiso con el medio ambiente que sus competidores de la misma clase no tienen.

La única amenaza y debilidad que tendría es de los días nublados y que la generación de energía no sea la necesaria. Este escenario tiene planes de contingencia como la utilización (solo en lo necesario) de la energía eléctrica.

### **3.4.1. Mercadotecnia orientada a la ecología**

La mercadotecnia actual denomina como *marketing* medioambiental al tipo de mercado que opta una empresa al enfocarse en el cuidado del medio ambiente, produciendo o realizando sus actividades mediante energía limpia que también se le conoce con los nombres de:

- *marketing* verde
- *eco-marketing* y
- *marketing* sostenible

Se utiliza este tipo de estrategia de mercado objetivo como un brazo visible y poderoso en la empresa, con una campaña de protección del medio ambiente, en el cual se venda mayor cantidad de producto teniendo como meta alcanzar con la base del mercado actual, el mercado del consumidor verde. Este último es el tipo de consumidor que se preocupa, no solamente de la satisfacción de sus necesidades actuales, sino también por la protección del entorno natural.

Se dijo que puede ser un brazo fuerte y poderoso de la empresa al enfocarse en el medio ambiente con base en los recientes estudios realizados en el 2014 por la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA en inglés), en los cuales se permite predecir y elaborar los respectivos

escenarios de cambio climático para Guatemala. Dichas predicciones indican que Guatemala sufrirá calentamiento de 1 °C a 3 °C en los próximos 50 años.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) comparte el estudio realizado por la NASA en el que se señala el impacto que se verá en Guatemala en los próximos años. El pronóstico resumido y general de la perspectiva climática toca los siguientes puntos:

- Temperatura: ha incrementado entre 2.5 a 3.6 °C respecto al promedio de 1980.
- Precipitación: ha reducido entre 10 % a 30 % respecto del promedio de 1980.

La falta de lluvia y el aumento de la temperatura tendrán efectos negativos en sectores como hidroeléctricos, agricultura, seguridad alimentaria, consumo humano, infraestructura, salud y saneamiento. El cambio en el clima es gradual conforme avanza el tiempo y dependiendo de cómo se incrementan los niveles de efecto invernadero. Dicho estudio también indica que el costo acumulado de ese impacto en Guatemala hacia el 2100 podría representar más del 25 % del Producto Interno Bruto (PIB).

### **3.4.2. Mercadotecnia orientada al precio**

El precio de los productos que vende la granja avícola así como los costos para realizar todo su proceso productivo definitivamente disminuirá con respecto a los precios del mercado a mediano y largo plazo. Actualmente el municipio de Palencia, Guatemala y el mundo se encuentran recibiendo los primeros daños de los desórdenes que se han tenido en el medio ambiente.

Sin duda alguna con el pasar del tiempo los resultados serán peores si no se hace algo hoy para parar todo tipo de contaminación que se está haciendo.

Actualmente se podría utilizar una estrategia publicitaria que invite al mercado a invertir en la protección del medio ambiente, promoviendo que el único precio que el mercado tendrá que pagar es el precio de la preferencia de los productos creados por empresas que utilizan y crean energía limpia. Una de ellas sería la Granja Avícola Gaby pues para su producción completa utiliza energía renovable.

## **4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **4.1. Impacto ambiental no significativo**

El Estudio de Impacto Ambiental es un instrumento técnico y legal de carácter predictivo que sirve para identificar, comprender, conocer y gestionar los impactos ambientales que la realización de un proyecto, obra, industria o actividad existente (sin importar su índole) causarán al medio ambiente. La normativa legal ambiental vigente en Guatemala indicada en la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente Decreto 68 de 1986 establece que para cada proyecto que se desee implementar se deberá elaborar un estudio de impacto ambiental.

La energía solar fotovoltaica es una de las formas de producción de energía eléctrica más respetuosa con el medio ambiente. Esta contribuye con el autoabastecimiento energético natural, ventajas que no tienen otras fuentes de energía hasta ahora convencionales, como es el caso de los combustibles fósiles (petróleo y carbón). Los mismos además de ser limitados, su combustión produce gases invernadero altamente perjudiciales para el medio ambiente, residuos y los efectos causados por su derivación como excavaciones, minas, canteras, entre otros.

En la generación eléctrica a partir de la radiación solar no se producen emisiones de CO<sub>2</sub>, ni afecciones al terreno, aguas o flora y fauna. Se trata de un sistema con instalaciones completamente silenciosas pudiéndose, además en gran parte de los casos, integrar en los tejados de las viviendas como un

elemento constructivo más, razones por la cual el impacto ambiental en la producción de dicha energía es prácticamente nulo.

#### **4.1.1. Contaminación atmosférica**

El cambio climático es uno de los mayores problemas que está enfrentando la atmosfera, y por ende la tierra y la humanidad en la actualidad. La causa principal de la contaminación atmosférica es el desarrollo económico. El ser humano se ha vuelto una fuerza planetaria que amenaza el funcionamiento del sistema de la tierra. Si el hombre no cambia la manera de actuar y frena la interferencia en el sistema, los impactos serán cada vez más severos y hasta catastróficos.

El efecto invernadero de la Tierra es causado por los llamados gases de efecto invernadero que absorben la radiación infrarroja emitida por la superficie de la tierra y retienen el calor en la parte superior de la atmósfera y la tropósfera, dando como resultado cambios en el tiempo atmosférico y por lo tanto en nuestra zona de vida. Desde la revolución industrial se han acelerado la emisión de estos gases originando un forzamiento radioactivo que intensifica el efecto invernadero y por ende la atmósfera y el mundo en sí sufren las causas que originan estos gases. Parte de la radiación de onda larga que emite la tierra no debe salir al espacio sino retornar al planeta calentando cada vez más su superficie.

La fuente principal del aumento de la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera es la quema de combustibles fósiles y la destrucción de hábitats naturales en todo el planeta. Los principales gases de efecto invernadero son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Estos son producidos por diversas actividades como la quema

de combustibles fósiles, deforestación, descomposición de desechos; actividades que en su mayoría son resultado de la creciente actividad económica. En la actualidad el primer sector a nivel mundial responsable de la emisión de gases de efecto invernadero es el suministro de electricidad. El segundo la industria, el tercero la silvicultura (incluyendo la deforestación), el cuarto la agricultura y el quinto el transporte.

Es en el tema de la contaminación ambiental y la producción de energía eléctrica es el primer contaminador a nivel mundial. En este radica la importancia de la generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar, pues no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica, ni emisiones de CO<sub>2</sub>, ni ningún otro gas que favorezcan e incrementen el efecto invernadero.

#### **4.1.2. Residuos**

El uso de energía solar, en sistemas eléctricos empleado desde pequeñas viviendas rurales hasta grandes empresas y organizaciones, constituye un modelo de generación de energía descentralizado. Esto evitaría muchas de las ineficiencias que produce la distribución mediante extensas líneas eléctricas y que obliga a transportar combustible hasta infinidad de puntos dispersos o el empleo de más energía nuclear y combustión de fósiles. Los mismos generan a su vez mas cantidad de CO<sub>2</sub> los cuales mediante su utilización aumentan el nivel de amenaza para el medio ambiente. Sin embargo, la producción de energía solar no produce o genera ningún tipo de residuo.

#### **4.1.3. Afecciones al terreno**

El terreno característico del municipio de Palencia esta dado por elevaciones montañosas que penetran por el sur del municipio en los montes de La Cerrita. Dicho monte se dirige al noreste por la sierra de Palencia, determinando las dos vertientes de la comarca: la del noreste, que contiene las primeras estribaciones y barrancas en donde se forman las quebradas del Chorro y de la Melena, el río El Molino, la quebrada Joya Honda, las tres quebradas que contribuyen a formar el río Las Cañas y Palencia. Además del riachuelo El Jute, unidos al río de Palencia forman el de Agua Caliente y la del sureste formado por una serie de declives separados por las barrancas casi paralelas, por las que corren el río La Danta y sus tributarios, el Casas Viejas y el de los Cimientos o San Sur<sup>2</sup>.

El sistema fotovoltaico en general que se instalaría en la granja ubicada en el terreno descrito lleno y rodeado de belleza natural no produce ningún tipo de contaminantes gaseosos ni sólidos y ningún vertido ni movimientos de tierra. La incidencia sobre las características físicoquímicas del suelo o su erosionabilidad es nula, manteniendo intacta todas y cada una de las características del terreno que conforman al municipio de Palencia.

#### **4.1.4. Efectos en la geología**

La geología del departamento de Guatemala han sido divididos en tres grupos principales: la altiplanicie central, declive del pacífico y clases misceláneas del terreno. Estos a su vez se dividen en subgrupos de acuerdo a la profundidad del suelo, la clase de material madre y la altitud. La geología primaria del área de Los Mixcos, Palencia corresponde al tipo de geología de la altiplanicie central, perteneciente al subgrupo de los suelos poco profundos sobre materiales volcánicos firmemente cementados, específicamente identificados como: Fraijanes, Jalapa, Jutipa y Pinula.

---

<sup>2</sup> Entrevista a secretario municipal. (2014). Municipalidad de Palencia.

Este tipo de geología se caracteriza por pendientes escarpadas con pequeñas áreas de suelos casi planos o valles ondulados que han sido utilizados por los habitantes del sector para la producción agrícola. Tomando en consideración la información antes descrita, la utilización de paneles fotovoltaicos, desde ningún punto de vista, vendría a impactar en la geología actual del área de Los Mixcos Palencia, si no por el contrario, la granja estaría creando su propia energía eléctrica, sin producir ningún tipo de contaminante en el proceso.

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

#### **4.1.5. Medio ambiente**

El suelo necesario para instalar un sistema fotovoltaico de dimensión media no representa una cantidad significativa como para producir un grave impacto. Además, en gran parte de los casos, se pueden integrar en los tejados de las viviendas, no se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos y no se producen emisiones de ningún tipo.

En el caso de la granja, los paneles solares se estarían instalando sobre los techos de las galeras, lo que no genera ningún tipo de distorsión al medio ambiente de la región.

#### 4.1.6. Flora y fauna

La vegetación propia de la región son los bosques de robles con sus diversas variedades, otros árboles presentes en los bosques en las montañas de Palencia son: hayas, cerezos y avellanos silvestres, álamos temblones, arces y mostajos. En las vertientes septentrionales de la montaña se desarrollan los hayedos, los acebos, los serbales de los cazadores, los arándanos, diversos helechos, endrinos, agracejos, madreselvas y aulagas son otras especies vegetales también presentes en la zona.

Las plantas características de las praderas son diversas variedades de gramíneas. En primavera también se encuentran concentraciones de narcisos que dan gran colorido. En las zonas de roquedos y peñascales la cubierta vegetal se reduce a tan solo algunas plantas rupícolas y umbrófilas, que constituyen un gran tesoro, entre ellas se encuentran: la *Artemisia Cantabrica*, *Echium Cantabricum*, *Geranium Subargenteum*, *Serpervivum Giuseppei* y *Spergula Viscosa*. Las praderas también están pobladas de vegetación que sirve como alimento para el ganado.

La fauna de la región está condicionada por distintas especies. El primer grupo lo forman los invertebrados característicos en las montañas, escarabajos, mariposas del tipo *Aporia Crateegy* y *Parmasius Apollo*. El siguiente gran grupo está formado por peces, la trucha es uno de los más apreciados, el gobio o burreño que se encuentra en los ríos de la zona y en los pantanos se pueden encontrar cachos o escarchos.

El siguiente grupo está formado por los reptiles, entre ellos se pueden encontrar: lagartos, lagartijas, el eslizón y una variedad considerable de víboras.

El grupo menos representado es el de los anfibios, a este grupo pertenecen las ranas, sapos, salamandras y tritones<sup>3</sup>.

El único impacto negativo que al día de hoy ha tenido la flora y fauna de la región de Palencia es la deforestación. Para usos en el hogar o bien para dar paso a sembradíos y cultivos este ha aumentado; en el caso puntual de la implementación de paneles solares su repercusión sobre la vegetación y las especies animales que viven en la región es nula y por el contrario, este tipo de sistemas eliminan los tendidos eléctricos, evitando los posibles efectos perjudiciales para las aves.

#### **4.1.7. Impacto en el paisaje**

Los paneles solares tienen distintas posibilidades de integración, lo que hace que sean un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual. Además, al tratarse de sistemas autónomos, no se altera el paisaje con postes y líneas eléctricas fuera del perímetro de la granja, ya que todas las instalaciones necesarias para la operación del sistema fotovoltaico quedarían colocadas completamente dentro de la granja misma.

#### **4.2. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales**

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) es la entidad del sector público especializada en materia ambiental y de bienes y servicios naturales, al cual le corresponden proteger los sistemas naturales que desarrollen y den sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones. Fomenta una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y

---

<sup>3</sup> Entrevista a secretario municipal. (2014). Municipalidad de Palencia.

protegiendo, preservando y utilizando racionalmente los recursos naturales, con el fin de lograr un desarrollo transgeneracional, articulando el quehacer institucional, económico, social y ambiental. Su propósito es forjar una Guatemala competitiva, solidaria, equitativa, inclusiva y participativa.

#### **4.2.1. Requerimientos**

Para proyectos de esta índole como la energía renovable y tomando en cuenta el tamaño del mismo, no sería necesario llenar ningún tipo de requerimiento ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) ya que no se estaría contaminando en ninguna fase del proyecto (si llegara a implementarse), no se está incurriendo en la toma de propiedad ajena para la instalación de los paneles y su equipo, ni se tendría que llevar acabo tala de árboles; que fueron los puntos más críticos que trata el MARN.

#### **4.2.2. Regulaciones**

Las regulaciones que tiene el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para proyectos de energía renovable son dependientes de las resoluciones que tome el Ministerio de Energía y Minas, las cuales se refieren a un Estudio de Impacto Ambiental previo a realizar el proyecto y estudios periódicos para el monitoreo del mismo. Por el tamaño del proyecto para la granja y por ser solamente para consumo personal, se realiza un estudio de impacto ambiental previo y periódico que no aplican.

### **4.3. Ministerio de Energía y Minas**

La Constitución Política de la República de Guatemala hace mención en su artículo 119 que es obligación fundamental del Estado orientar la economía

nacional para lograr la utilización de los recursos naturales, adoptando las medidas necesarias para su aprovechamiento en forma eficiente. En su artículo 129 declara de urgencia nacional la electrificación del país, con base en planes formulados por el Estado y las municipalidades, en la cual podrá participar la iniciativa privada y el órgano competente facultado para estimular, promover, facilitar y crear las condiciones adecuadas para el fomento de inversiones que se hagan con ese fin es el Ministerio de Energía y Minas.

En el marco de lo establecido por la Ley del Organismo Ejecutivo, el Ministerio de Energía y Minas tiene asignadas las siguientes funciones:

- Estudiar y fomentar el uso de fuentes nuevas y renovables de energía; promover su aprovechamiento racional y estimular el desarrollo y aprovechamiento racional de energía en sus diferentes formas y tipos, procurando una política nacional que tienda a lograr la autosuficiencia energética del país.
- Coordinar las acciones necesarias para mantener un adecuado y eficiente suministro de petróleo, productos petroleros y gas natural de acuerdo a la demanda del país y conforme a la ley de la materia.
- Cumplir y hacer cumplir la legislación relacionada con el reconocimiento superficial, exploración, explotación, transporte y transformación de hidrocarburos, la compraventa o cualquier tipo de comercialización de petróleo crudo o reconstituido, gas natural y otros derivados, así como los derivados de los mismos.
- Formular la política, proponer la regulación respectiva y supervisar el sistema de exploración y explotación y comercialización de hidrocarburos y minerales.
- Proponer y cumplir las normas ambientales en materia energética.

- Emitir opinión en el ámbito de su competencia sobre políticas o proyectos de otras instituciones públicas que incidan en el desarrollo energético del país.
- Ejercer las funciones normativas y de control y supervisión en materia de energía eléctrica que le asignen las leyes.

#### **4.3.1. Requerimientos**

La persona interesada en el desarrollo de un proyecto de energía renovable deberá presentar ante el Ministerio, una solicitud escrita en original y copia simple con firma legalizada, conteniendo la siguiente información:

- Para las personas individuales: nombres y apellidos del solicitante, edad, estado civil, nacionalidad, profesión u oficio, domicilio, código único de identificación CUI indicado en el documento personal de identificación DPI o pasaporte en caso de ser extranjero, NIT y lugar para recibir notificaciones. Si el presentado actúa en representación de otra persona individual, deberá adjuntar fotocopia legalizada del testimonio de la escritura pública de mandato respectivo.
- Para las personas jurídicas y empresas mixtas: nombre, razón o denominación social de la entidad solicitante, domicilio, lugar para recibir notificaciones y NIT. Datos de identificación personal del representante legal y NIT de éste. A la solicitud deberá acompañar fotocopia legalizada del nombramiento del representante legal, de las patentes de comercio de sociedad y de empresa y del testimonio de la escritura pública de constitución de la sociedad con sus modificaciones, si las hubiere, inscritas en el Registro Mercantil.

- Para las municipalidades y el Instituto Nacional de Electrificación (-INDE-) los datos de identificación del representante legal, NIT de la institución y de su representante legal.

Los interesados, además de los requisitos anteriores, deberán acompañar a su solicitud el documento conteniendo el proyecto de producción de energía desarrollado a nivel de estudio de prefactibilidad, a nivel técnico y financiero. Además de la descripción de los incentivos que solicita por período, descripción de la maquinaria y equipo, materiales (fungibles y de construcción) y otros asociados (accesorios, instrumentos de medición, repuestos), que necesita importar detallando cantidad, costo, partida arancelaria y destino o utilización de los mismos, en el área del proyecto y declaración jurada en acta notarial en la que declare que ha cumplido, en lo que le fuere aplicable, la Ley General de Electricidad y su Reglamento.

#### **4.3.2. Regulaciones**

El Ministerio de Energía y Minas a través de sus dependencias y entidades será el único órgano competente para promover, conocer y resolver todos los asuntos técnicos relacionados con la aplicación de la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (según Decreto número 52-2003 de El Congreso de la República de Guatemala) y del Reglamento de la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (según Acuerdo Gubernativo No. 211-2005 del Presidente de la República).

La Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable tiene por objeto promover el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos

para el efecto. El Reglamento de la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable tiene por objeto desarrollar los preceptos normativos de la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable y asegurar las condiciones adecuadas para la calificación y aplicación concreta de los incentivos establecidos en la indicada Ley.

## **5. ESTUDIO ECONÓMICO**

### **5.1. Estimación de costos de la inversión**

El costo de inversión se resume únicamente a uno, el costo en que se incurrirá al momento de comprar el sistema solar fotovoltaico. En este estudio de factibilidad únicamente se toma en cuenta el sistema de inyección a red, a continuación se listan los principales proveedores de Guatemala y sus respectivos precios de venta por el sistema completo de energía solar:

- Enersol de Guatemala, en Q 272 000,00
- EOS Power, en Q 125 832,00
- SADEESA, en Q 177 000,00
- Airemax, en Q 270 000,00
- Sistemas Solares, en Q 96 200,00

La variación de los precios de los sistemas fotovoltaicos de inyección a la red varían considerablemente, todos los proveedores dan 25 años de garantía (años de la vida útil del equipo) y están otorgando 10 años de garantía en las instalaciones del equipo. Para los requerimientos de la Granja Avícola Gaby, por presupuesto y cobertura de demanda energética se continuará el estudio con el proveedor Sistemas Solares.

#### **5.1.1. Adaptación de la infraestructura**

Tomando en cuenta el tipo de construcción, que ya poseen las galeras de la granja, no sería necesario hacer ningún tipo de adaptación a la existente,

pues la estructura que trae los paneles solares únicamente es de ajustarlos a las costaneras que constituyen las vigas del techo de las galeras, sujetando bien el marco de los paneles y a su vez los paneles. Se considera que los paneles serán instalados únicamente sobre el techo de las galeras del sector 1 y 2 distribuidos de 3 a 4 paneles por galera que sería la limitante en peso para no sobrecargar la estructura del mismo. Adicionalmente las características de inclinación de 15° actual del techo y la dirección sureste son las ideales para la recolección de luz solar óptimas para el eficiente funcionamiento de los paneles.

Toda la instalación de infraestructura, montaje de los paneles en sus estructuras de soporte, cableado e instalaciones eléctricas son realizadas completamente por el personal técnico del proveedor, los costos de los mismos serían:

**Tabla I. Adaptación de la infraestructura**

Estructura para instalación	Q 7 826,44
Instalación y mano de obra	Q 5 326,33
Total	Q 13 152,77

Fuente: elaboración propia con información del estudio técnico.

### **5.1.2. Equipo y materiales en general**

Todos los proveedores descritos en este estudio venden el sistema fotovoltaico completo, es decir, no es necesaria la compra de ningún material o equipo adicional. El sistema fotovoltaico de inyección a la red incluye los siguientes componentes:

- Paneles solares.

- Estructura de montaje para los paneles solares.
- inversor AC/DC.
- Cableado de paneles y hacia la conexión del contador.
- Protecciones eléctricas y aisladores.
- Contador bidireccional.
- Equipo de monitoreo de la producción de energía de los paneles.

Los costos respectivos por concepto de equipo y materiales en general serían los siguientes:

Tabla II. **Equipo y materiales**

Paneles solares	Q 58 426,55
Inversor de corriente	Q 20 924,86
Protecciones y cableado del sistema	Q 3 695,82
Total	Q 83 047,23

Fuente: elaboración propia con información del estudio técnico.

### 5.1.3. **Costos de instalación**

Todos los proveedores, en este estudio de factibilidad, ofrecen módulos solares fabricados con alta tecnología para garantizar su máximo desempeño y diseñados de tal manera que permite su beneficio en instalaciones tanto para el vendedor como para el usuario. Esto permite su fácil transporte, la puesta en sitio, instalaciones fáciles y rápidas desde la colocación de la estructura base de cada módulo, las conexiones entre sí y por último la conexión actual del inmueble con su respectivo permiso de la Empresa Eléctrica de Guatemala.

Figura 10. **Construcción del techo de cada galera**



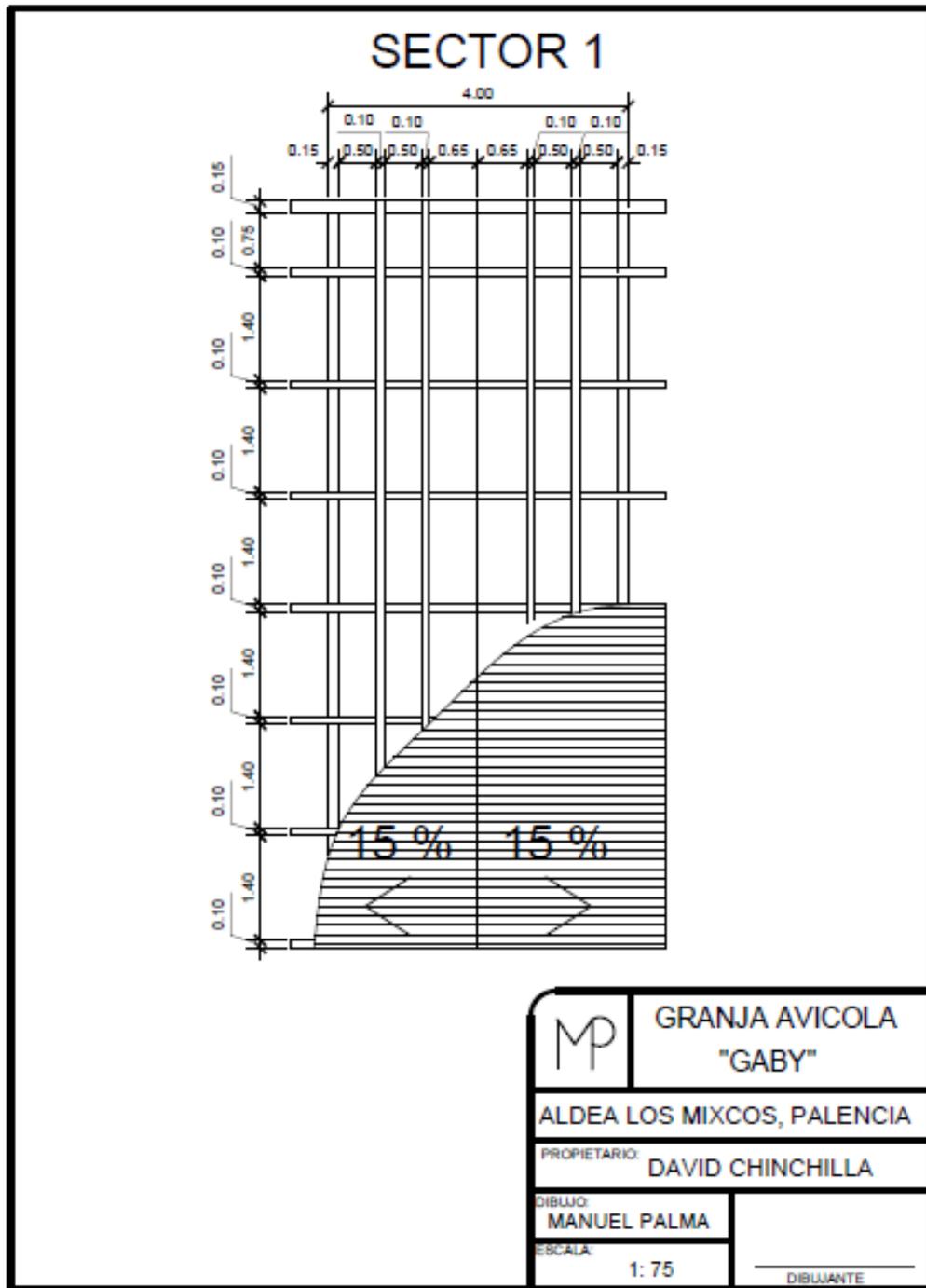
Fuente: Granja Avícola Gaby.

Figura 11. **Vista superior del techo de las galeras**



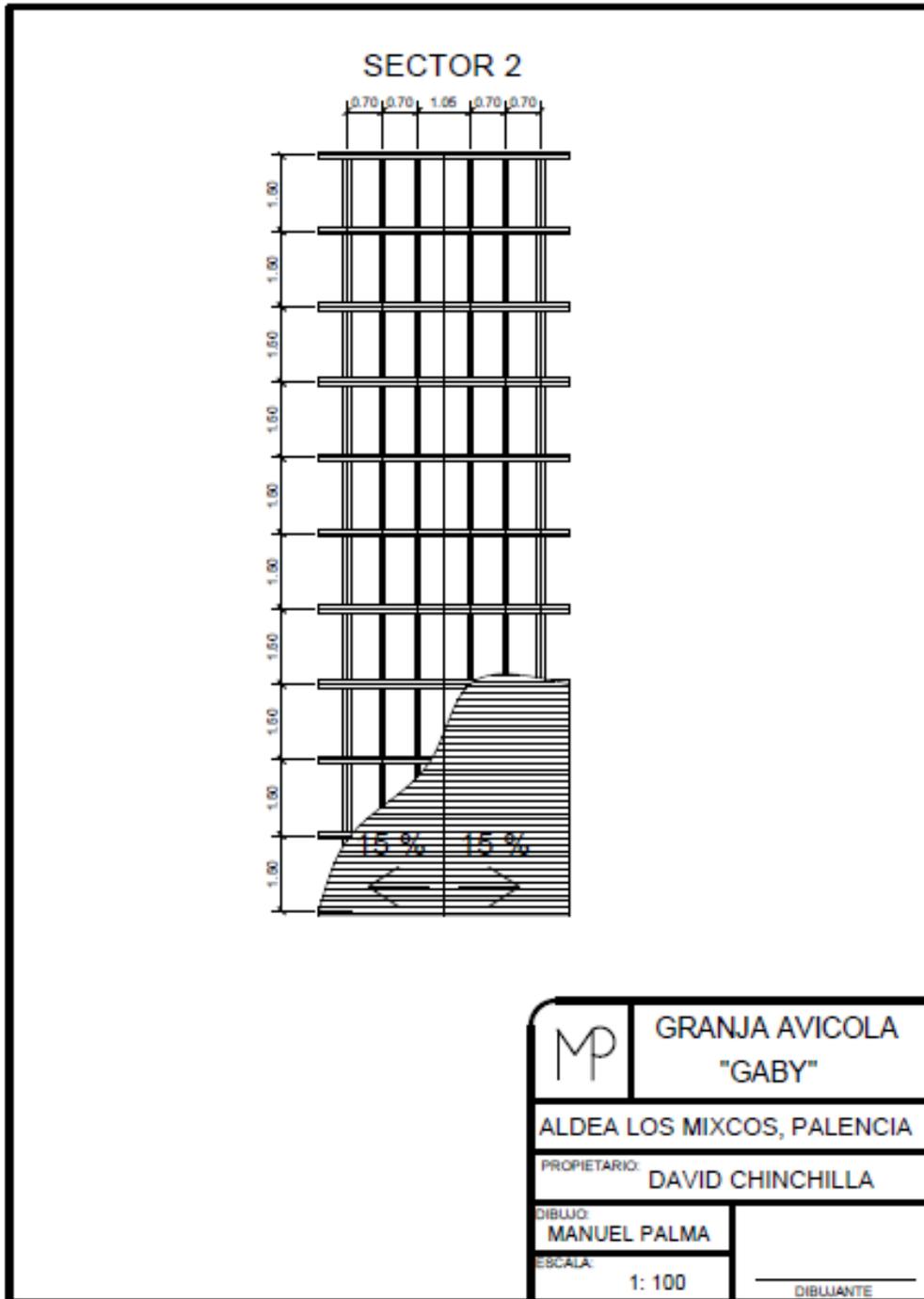
Fuente: Granja Avícola Gaby.

Figura 12. Estructura techo galera sector 1



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

Figura 13. Estructura techo galera sector 2



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2012.

El costo de instalación va a depender de cada proveedor pero para la empresa Sistemas Solares el costo total de instalación incluido sistema fotovoltaico es de Q 5 326,33 incorporando los trámites del permiso ante la Empresa Eléctrica de Guatemala.

## **5.2. Estimación de costos de operación**

Para que el sistema fotovoltaico de inyección a la red opere en cualquier lugar en donde se le vaya a utilizar, se necesita que estén completamente instalados los equipos que lo conforman: paneles solares, la estructura para montar los paneles, inversor AC/DC, cableado, protecciones eléctrica, contador bidireccional y un equipo de monitoreo de la producción de energía de los paneles.

Una vez instalado el sistema de energía solar de inyección a la red en la granja, se empieza a producir energía eléctrica y no representan ningún costo de operación. El único sería el de la Empresa Eléctrica que sería por concepto del pago del cargo fijo por cliente, el IVA y la tasa municipal que inicialmente es de Q 12,42 mensual, Q 149,04 anual, calculando un incremento anual aproximado del 1 % por los incrementos en el servicio de energía eléctrica.

## **5.3. Estimación de costos de mantenimiento**

El mantenimiento de los sistemas de generación de energía solar no es complejo, es rutinario y se basa únicamente en limpieza de las celdas solares del polvo o cualquier objeto como hojas de árboles que podrían afectar la recepción de sol. El mantenimiento preventivo periódico es recomendable hacerlo por lo menos 3 veces al año, de tal manera que se puedan detectar y corregir pequeños problemas tales como:

- La ruptura de celdas individualmente o por grupos y evitar así una falla total en un módulo completo o falla total en la operación del sistema.
- Inspeccionar las piezas de la estructura de montaje y soporte de los paneles solares, revisar por piezas flojas, sueltas o incluso con corrosión.
- Realizar un reconocimiento en el sistema general del cableado principalmente por los cables que se encuentran expuestos a la intemperie, el sol, el agua y materiales corroídos, ya que podrían presentar con el tiempo grietas en su material protector. Igualmente importante revisar el aislado de las conexiones de energía, ya que un mal procedimiento de aislamiento o bien, grietas en los cables pueden causar pérdidas de energía.

Muchas fallas son evitables con un buen mantenimiento rutinario y periódico del sistema en general, pudiendo tomar acciones correctivas antes de que el problema cause fallas graves en la operación del sistema. Es indispensable inspeccionar y revisar el sistema cuando está funcionando correctamente y no esperar a que la falla ocurra, de esa manera se aprenderá a conocer el sistema fotovoltaico cuando está operando correctamente para detectar cuando algo no está marchando bien y así actuar a tiempo solicitando prudencialmente la ayuda de un técnico experto para que identifique y solucione el problema.

El mantenimiento e inspecciones rutinarias por parte de la subcontratación de los servicios profesionales de un técnico en electrónica quedarían de la siguiente manera: para el primer año calculándose un incremento anual del 7,5 % por conceptos de inflación.

Tabla III. **Costos de mantenimiento**

<b>Periodicidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Total al año</b>
mensual	Q 100,00	Q 1 200,00
cuatrimestral	Q 150,00	Q 450,00
Costo total anual:		Q 1 650,00

Fuente: elaboración propia.

#### **5.4. Clasificación de costos**

La definición de costos indica que es una erogación o egreso de dinero y representa un beneficio en el presente. En contabilidad, la clasificación de costos es la información requerida por la administración con el fin de poder evaluar y controlar los costos de los procesos productivos para así tomar decisiones mediante el uso de herramientas específicas. Sin embargo, para el caso puntual de este estudio de factibilidad, la clasificación de costos se hará en función de los costos fijos y variables que el sistema solar fotovoltaico pueda presentar durante su funcionamiento y de la producción total mensual de energía eléctrica que el sistema solar fotovoltaico pueda inyectar a la red.

##### **5.4.1. Costos fijos**

Los costos fijos en contabilidad son aquellos que permanecen constantes ante cambios en el nivel de actividades realizadas en un periodo de tiempo independientemente del volumen o cantidad de producción. Los costos fijos involucrados en la implementación del sistema solar fotovoltaico como fuente primaria de energía eléctrica son:

- Costo de inversión del equipo propuesto: se incluye el costo total de compra del sistema, transporte, instalación y la verificación de operación del equipo conforme a los estándares de venta del mismo. El costo de inversión total adquiriendo el sistema fotovoltaico con la empresa Sistemas Solares asciende a Q 96 200,00.
- El costo de mantenimiento del sistema en general por parte de un técnico especializado de la empresa proveedora es de Q 500,00 anuales, equivalentes a Q 41,66 mensuales a partir del año 11, ya que los primeros 10 años el mantenimiento tanto preventivo como correctivo es un servicio como parte de la garantía del equipo. A dicho monto anual se le aplica un incremento anual del 10 % en los restantes 15 años siguientes.
- El pago de financiamiento del sistema se explica a profundidad en el capítulo 6.

#### **5.4.2. Costos variables**

Los costos variables en contabilidad son aquellos costos totales que fluctúan en forma directa con los cambios en el nivel de producción y por lo tanto los costos variables que aumentan o disminuyen proporcionalmente con relación al volumen de las cantidades producidas. En este estudio de factibilidad se estiman los costos variables en forma de producción de la energía eléctrica que el sistema fotovoltaico inyecta a la red mensualmente. De ahí se parte que el pago mensual, por concepto de financiamiento del sistema, saldrá del ahorro que la granja tenga en el pago de la energía eléctrica proporcionada por la Empresa Eléctrica de Guatemala, actualmente.

El sistema solar fotovoltaico que se adquiriría independientemente del proveedor que lo venda, está diseñado para que pueda producir la cantidad de energía eléctrica que la granja consume actualmente, de tal manera que los costos variables del sistema vienen directamente de la producción diaria que realice el sistema.

Por ejemplo, los paneles solares tienen que tener una exposición a la luz solar mínima de 7 horas diarias (incluyendo 2 horas en el peor de los casos de cielo nublado) y en condiciones óptimas de temperatura (25 °C), viento (1 metro por segundo) y que estén ubicados en lugares fuera del alcance de sombras por el ambiente. Cumpliendo estas condiciones los paneles solares funcionan a un 98 % de su capacidad el primer año y luego presenta una degradación que se traduce en pérdida de producción de energía eléctrica de 1 %. Los costos variables estarían dados por:

Costo variable = cuota de financiamiento – ahorro en pago de energía eléctrica.

Y el ahorro que se tendría mensualmente en el pago del recibo de la energía eléctrica estaría afectado por la producción que se inyectara a la red durante el mes, el cual variaría por las condiciones.

En la tabla II se explican los costos variables que se tendrían mensualmente dependiendo de las horas en la que los paneles solares estén expuestos a irradiación solar. Partiendo del sistema fotovoltaico tiene capacidad para producir 6 kW de energía eléctrica por hora de exposición (independientemente del proveedor, todos los sistemas cotizados producen esa cantidad de energía, variando únicamente la cantidad de paneles solares por sistema). Se tendría una inyección total diaria y mensual a la red del sistema

de energía actual por medio del contador bidireccional, dando como resultado una cantidad mayor o menor a los kilowatts consumidos por la granja al mes y tomando en cuenta un costo actual de Q 2,29 por kW.

Tabla IV. **Ejemplo de costos variables mensuales**

horas de irradiación solar	kWh/día producidos	kWh/mes inyectados a la red	Costo equivalente	Costo mensual factura (aproximado)	Costo Variable
3	18	540	Q 1 236,60	Q 2 177,79	-Q 941,19
4	24	720	Q 1 648,80	Q 2 177,79	-Q 528,99
5	30	900	Q 2 061,00	Q 2 177,79	-Q 116,79
5,28334	31,70004	951,0012	Q 2 177,79	Q 2 177,79	Q 0,00
6	36	1080	Q 2 473,20	Q 2 177,79	Q 295,41
7	42	1260	Q 2 885,40	Q 2 177,79	Q 707,61
8	48	1440	Q 3 297,60	Q 2 177,79	Q 1 118,81

Fuente: elaboración propia.

El costo de Q 2,29 ya tiene incluido el valor de venta del kilowatt/hora, el IVA, la tarifa social, el cargo fijo y la iluminación municipal establecidos por la Empresa Eléctrica de Guatemala solo sería necesario multiplicar los kilowatts inyectados por Q 2,29. Esto da como resultado el ahorro en el pago de la factura emitida del mes y luego restarlo al costo de la factura mensual para así obtener los costos variables del mes. Por ejemplo, los costos variables del mes, teniendo únicamente una irradiación solar de 3 horas diarias, serían de Q 941,19 y el mismo caso pero para una irradiación solar de 8 horas diarias da un resultado un saldo de Q 1 118,81 a favor de la granja, para el próximo mes.

## **6. ESTUDIO FINANCIERO**

### **6.1. Evaluación de alternativas de inversión**

Las siguientes evaluaciones compararán los beneficios proyectados que se tendrán al ahorrarse el pago mensual de la energía eléctrica asociados a una decisión de inversión en el sistema de generación de energía solar con su correspondiente flujo de efectivo proyectado. También se estarán tomando en cuenta las tasas de interés que pagan actualmente los principales bancos del sistema y sus respectivos tipos de ahorros aplicables, para comparación como alternativas de inversión.

#### **6.1.1. Valor presente neto**

Es una técnica compleja del presupuesto de capital que toma en cuenta en forma explícita el valor temporal del dinero. Se calcula restando la inversión inicial de un proyecto del valor presente de sus entradas de efectivo descontadas a una tasa específica expresados en moneda actual. Esta tasa denominada tasa de descuento, rendimiento requerido, costo de capital o costo de oportunidad, es el rendimiento mínimo que debe ganar un proyecto para que se decida invertir en él.

Cuando el VPN se usa para tomar decisiones de aceptación o rechazo, los criterios de decisión son los siguientes:

- Si el VPN es menor que 0 quetzales se rechaza el proyecto, ya que no se recupera ni la inversión inicial.

- Si el VPN es igual a 0 quetzales se recupera el valor de la inversión, sin generar ni pérdidas ni ganancias.
- Si el VPN es mayor a 0 quetzales no solo se recupera la inversión inicial, sino que el proyecto genera ganancias adicionales.

El criterio de decisión plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor presente neto es superior a cero. De esta forma, la empresa ganará un rendimiento mayor al de su costo de oportunidad y por lo tanto, la riqueza del propietario en un monto igual al VPN.

Al utilizar la siguiente ecuación se puede expresar la formulación matemática de este criterio de la siguiente forma:

$$VPN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_o$$

Donde:

$Y_t$  representa el flujo de ingresos del proyecto anualmente.

$E_t$  representa los egresos del proyecto anualmente.

$I_o$  representa la inversión inicial en el momento cero de la evaluación.

$i$  representa la tasa de descuento.

$t$  representa el tiempo de desarrollo del proyecto.

Para la aplicación del proyecto en estudio:

$$Y_t = Q 25 984,44$$

Nota: la cantidad de Q 25 984,44 se obtiene de la siguiente manera:

Todo recibo de luz emitido por la Empresa Eléctrica tiene el siguiente formato:

• Cargo fijo cliente:	Q 9,94
• Energía: Q 1,821546 x kW/h x 951 kWh/mes	Q 1 732,29
○ Total cargo (sin IVA)	Q 1 742,23
• IVA (12 %)	Q 209,07
• Tasa municipal (13 %)	Q 226,49
• Total cargos del mes	Q 2 177,79

El nuevo recibo de luz emitido por la Empresa Eléctrica, con el sistema fotovoltaico inyectando a la red en punto de equilibrio, quedaría con el siguiente formato:

• Cargo fijo cliente:	Q 9,94
• Energía: Q 1,821546 x kW/h x 0,0 kWh/mes	Q 0,00
○ Total cargo (sin IVA)	Q 9,94
• IVA (12 %)	Q 1,19
• Tasa municipal (13 %)	Q 1,29
• Total cargos del mes	Q 12,42

Para un total de ahorro mensual de  $Q\ 2\ 177,79 - Q\ 12,42 = Q\ 2\ 165,37$ ; equivalente anualmente a  $Q\ 2\ 165,37 \times 12\ \text{meses} = Q\ 25\ 984,44$  ( $Y_t$ ). Con un incremento del 1 % anual por recargos a los servicios de energía eléctrica.

$E_t = Q\ 1\ 799,04$  los primeros 10 años y  $Q\ 2\ 299,04$  desde el año 11 al año 25.

Las cantidades arriba descritas se obtienen de:

- Pago de recibo de energía eléctrica mensual de Q 12,42 x 12 meses da como resultado Q 149,04 al año. Además del costo de mantenimiento mensual de Q 1 650,00 recibe los Q 1 799,04 correspondientes del año 1 al año 10.
- El mismo pago de Q 149,04 del inciso anterior más los Q 1 650,00 del costo de mantenimiento anual más Q 500,00 del pago de mantenimiento por parte del técnico especializado en el sistema fotovoltaico del proveedor totaliza los Q 2 299,04 del año 11 al año 25.

$I_0$  = con el proveedor Sistemas Solares con quien se realizará la inversión, la misma sería de Q 96 200,00.

$i$  = tasa mínima aceptable de rendimiento TMAR, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$TMAR = i + f + i*f$$

Dónde:

- $i$  = tasa de interés (para los cálculos del proyecto se utilizó la tasa de interés líder según el Bando de Guatemala a noviembre de 2014).
- $f$  = inflación (para los cálculos del proyecto se utilizó el índice de inflación según el Banco de Guatemala a enero de 2015).

$$TMAR = 4 + 2 + (4 \times 2,32) = 15,6 \%$$

$t$  = 25 años.

El flujo de caja correspondiente para los ingresos y egresos de efectivo anuales de la granja quedarían de la siguiente manera:

**Tabla V. Flujo de caja**  
(Cifras expresadas en moneda quetzal)

CONCEPTO / PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>INVERSION</b>												
Paneles solares	58,426.55											
Inversor de corriente	20,924.86											
Estructura para instalación	7,826.44											
Protecciones y cableado del sistema	3,695.82											
Instalación y mano de obra	5,326.33											
<b>TOTAL INVERSION</b>	<b>96,200.00</b>											
<b>INGRESOS</b>												
Ingresos de explotación	0.00	25,984.44	26,244.28	26,506.73	26,771.79	27,039.51	27,309.91	27,583.01	27,858.84	28,137.43	28,418.80	28,702.99
<b>INGRESO TOTAL</b>	<b>0.00</b>	<b>25,984.44</b>	<b>26,244.28</b>	<b>26,506.73</b>	<b>26,771.79</b>	<b>27,039.51</b>	<b>27,309.91</b>	<b>27,583.01</b>	<b>27,858.84</b>	<b>28,137.43</b>	<b>28,418.80</b>	<b>28,702.99</b>
<b>EGRESOS</b>												
Costos de operación	0.00	149.04	150.53	152.04	153.56	155.09	156.64	158.21	159.79	161.39	163.00	164.63
Costos de mantenimiento	0.00	1,650.00	1,773.75	1,906.78	2,049.79	2,203.52	2,368.79	2,546.45	2,737.43	2,942.74	3,163.44	3,400.70
Costos fijos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	500.00
Depreciación activos	0.00	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20
Resultado antes de impuestos	0.00	22,521.24	22,781.08	23,043.53	23,308.59	23,576.31	23,846.71	24,119.81	24,395.64	24,674.23	24,955.60	25,239.79
Impuestos (5%)	0.00	1,126.06	1,139.05	1,152.18	1,165.43	1,178.82	1,192.34	1,205.99	1,219.78	1,233.71	1,247.78	1,261.99
resultado después de impuestos	0.00	21,395.18	21,642.03	21,891.35	22,143.16	22,397.50	22,654.37	22,913.82	23,175.85	23,440.51	23,707.82	23,977.80
Depreciación de activos	0.00	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20
Resultado operacional neto	0.00	24,858.38	25,105.23	25,354.55	25,606.36	25,860.70	26,117.57	26,377.02	26,639.05	26,903.71	27,171.02	27,441.00
Inversión inicial	-96,200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Valor desecho	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>-96,200.00</b>	<b>24,858.38</b>	<b>25,105.23</b>	<b>25,354.55</b>	<b>25,606.36</b>	<b>25,860.70</b>	<b>26,117.57</b>	<b>26,377.02</b>	<b>26,639.05</b>	<b>26,903.71</b>	<b>27,171.02</b>	<b>27,441.00</b>
Inflación		2.32%										
Tasa de descuento (T/MAR)		15.60%										
Valor presente neto		59,195.98										
Tasa interna de retorno		27%										
Valor presente neto ingresos		171,887.98										
Valor presente neto egresos		48,265.15										
beneficio costo		1.19										

Continuación de la tabla V.

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
28,990.02	29,279.92	29,572.72	29,868.44	30,167.13	30,468.80	30,773.49	31,081.22	31,392.03	31,705.95	32,023.01	32,343.24	32,666.68	32,993.34
28,990.02	29,279.92	29,572.72	29,868.44	30,167.13	30,468.80	30,773.49	31,081.22	31,392.03	31,705.95	32,023.01	32,343.24	32,666.68	32,993.34
166.28	167.94	169.62	171.32	173.03	174.76	176.51	178.27	180.06	181.86	183.68	185.51	187.37	189.24
3,655.75	3,929.94	4,224.68	4,541.53	4,882.15	5,248.31	5,641.93	6,065.08	6,519.96	7,008.95	7,534.63	8,099.72	8,707.20	9,360.24
550.00	605.00	665.50	732.05	805.26	885.78	974.36	1,071.79	1,178.97	1,296.87	1,426.56	1,569.21	1,726.14	1,898.75
3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20
25,526.82	25,816.72	26,109.52	26,405.24	26,703.93	27,005.60	27,310.29	27,618.02	27,928.83	28,242.75	28,559.81	28,880.04	29,203.48	29,530.14
1,276.34	1,290.84	1,305.48	1,320.26	1,335.20	1,350.28	1,365.51	1,380.90	1,396.44	1,412.14	1,427.99	1,444.00	1,460.17	1,476.51
24,250.48	24,525.88	24,804.04	25,084.98	25,368.73	25,655.32	25,944.77	26,237.12	26,532.39	26,830.62	27,131.82	27,436.04	27,743.30	28,053.64
3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20	3,463.20
27,713.68	27,989.08	28,267.24	28,548.18	28,831.93	29,118.52	29,407.97	29,700.32	29,995.59	30,293.82	30,595.02	30,899.24	31,206.50	31,516.84
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9,620.00
27,713.68	27,989.08	28,267.24	28,548.18	28,831.93	29,118.52	29,407.97	29,700.32	29,995.59	30,293.82	30,595.02	30,899.24	31,206.50	41,136.84

Fuente: elaboración propia.

Mediante la ayuda de la hoja electrónica de Excel, con la cual se realizó el flujo de caja, se puede calcular de igual forma el VPN correspondiente al proveedor previamente elegido Sistemas Solares, siendo el VPN correspondiente de Q 59 195,98. Siendo este un valor positivo y mayor que cero, si se elige realizar el proyecto.

### **6.1.2. Costo anual único equivalente**

Cuando se evalúa un proyecto en que los ingresos no se ven afectados o los beneficios que producen y solo existen alternativas de diferente costo de inversión se utiliza costo anual único equivalente (CAUE).

Este método considera únicamente los flujos de costos y consiste en convertir todos los ingresos y egresos en una serie uniforme de pagos en los que si el CAUE es positivo es porque los ingresos son mayores que los egresos. Por lo tanto, el proyecto puede realizarse. Pero si el CAUE es negativo, es porque los ingresos son menores que los egresos y en consecuencia el proyecto debe ser rechazado. La importancia del método radica en poder seleccionar la alternativa de inversión cuyos costos sean los mínimos, mientras más altos sea el CAUE para cada alternativa, menor serán sus costos.

El CAUE puede calcularse al aplicar la siguiente ecuación:

$$CAUE = VPN \times \frac{(1 + i)^n \times i}{(1 + i)^n - 1}$$

Donde:

- VPN es el valor presente neto calculado en la literal anterior.

- $n$ , 25 años, que es la vida útil del proyecto.
- $i$ , % que corresponde a la tasa interna de retorno correspondiente al cada proveedor.

$$CAUE = 59\,195,98 \times \frac{(1+0,27)^{25} \times 0,27}{(1+0,27)^{25} - 0,27}$$

CAUE resultante es Q 15 993,89, por lo tanto los ingresos son mayores que los egresos y esto confirma que el proyecto debe aceptarse.

### 6.1.3. Tasa interna de retorno

También como la tasa de flujo de efectivo descontado de retorno. Es una tasa de rendimiento que se utiliza en los presupuestos de capital para evaluar, mediante la medición y comparación de la rentabilidad de las inversiones, una tasa de descuento indicada para el proyecto. En este caso en particular, para la Granja Avícola Gaby la tasa de descuento indicada es de 15,6 % equivalente a la TMAR (tasa mínima atractiva de retorno).

El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) que evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento o descuento, por período, con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. Como señalan Bierman y Smidt en su libro *El presupuesto* la TIR “representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder su dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo (principal e interés acumulado) se pagará con las entradas de efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo”<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> BIERMAN; Harold Jr. SMIDT; Seymour. *El Presupuesto de Bienes de Capital*. p. 137.

La tasa interna de retorno puede calcularse aplicando la siguiente ecuación:

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+r)^t} - I_0$$

Dónde:

- $Y_t$  representa el flujo de ingresos del proyecto.
- $E_t$  representa el flujo de egresos del proyecto.
- $I_0$  corresponde a la inversión inicial en el momento cero de la evaluación.
- $r$  es la tasa interna de retorno.
- $t$  es el tiempo de vida del proyecto

$$0 = \sum_{t=1}^{25} \frac{25\,984,44 - 9\,851,50}{(1+r)^{25}} - 96\,200$$

La TIR resultante equivale es de 27 %. Evaluando la TIR obtenida contra la tasa de descuento para el proyecto de 15,6 %, se puede ver la conveniencia de la inversión al obtener un mayor margen de ganancia.

## 6.2. Beneficio costo

El análisis beneficio-costos es una herramienta que permite formular y evaluar programas o proyectos. Consiste en la comparación de costos y beneficios con el propósito de que los últimos excedan a los primeros, pudiendo ser de tipo monetario o social, directo e indirecto, y determinar así cuáles son los beneficios obtenidos por cada quetzal invertido en el proyecto.

El modelo matemático para su cálculo es traer al valor presente neto, tanto los ingresos como los egresos netos de efectivo, asociados del proyecto a la tasa

de descuento y a continuación establecer la relación porcentual entre el VPN de los ingresos y el VPN de los egresos; quedando de la siguiente forma:

$$\text{VPN ingresos} = \text{Q } 171\,887,98$$

$$\text{VPN egresos} = \text{Q } 48\,265,15$$

$$\text{Beneficio Costo} = \text{VPN ingresos} / \text{VPN egresos}$$

$$\text{Beneficio Costo} = 1,19$$

### **6.3. Vida útil de proyecto**

Depende directamente de la vida útil del equipo para generar la energía eléctrica y corresponde a 25 años. Tiempo que dan todos los proveedores estudiados en este trabajo.

#### **6.3.1. Depreciación**

La depreciación del equipo fotovoltaico se estaría realizando en su 100 % en 10 años, de acuerdo con la Ley del ISR, artículo 19 inciso J. Se estaría depreciando anualmente en un 10 % sobre su valor de compra.

#### **6.3.2. Reparación y sustitución**

Los diferentes proveedores indicados en el estudio dan diferente tiempo de garantías por el sistema fotovoltaico, las garantías ofrecidas son las siguientes:

- Airemax otorga 25 años de garantía de fábrica y 25 años de vida útil del equipo.

- Enersol otorga 25 años de garantía de fábrica y 25 años de vida útil del equipo.
- SADEESA otorga 25 años de garantía de fábrica y 25 años vida útil del equipo.
- Eos Power otorga 25 años de garantía de fábrica y 25 años de vida útil del equipo.
- Sistemas Solares otorga 25 años de garantía de fábrica y 25 años de vida útil del equipo.

Si fuera necesario reparar o sustituir parcialmente el equipo, se tendrá el respaldo de las empresas citadas para realizarlos y así, no incurrir en costos por este tipo de incidencia.

#### **6.4. Cálculo de tiempo de recuperación de la inversión**

El tiempo de recuperación de la inversión o periodo de recuperación de la inversión, es el tiempo requerido para recuperar el monto inicial de capital. Este método calcula la cantidad de tiempo que se tomaría para lograr un flujo de efectivo de caja positivo igual a la inversión total. Este método toma en cuenta todos los beneficios o ingresos del proyecto (que en el caso de la granja sería el ahorro en el pago del consumo de energía eléctrica). El análisis del periodo de recuperación de la inversión no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo y se calcula de la siguiente manera:

$$PRI = N - 1 + \frac{(FA)n - 1}{(FD)n}$$

Dónde:

N = año en el que el flujo acumulado cambia de signo

(FA)<sub>n-1</sub> = flujo de efectivo acumulado descontado del año previo N

(FD)<sub>n</sub> = flujo neto de efectivo descontado en el año N

$$PRI = 7 - 1 + \frac{1\,686,52}{8\,353,26} = 6,20$$

La inversión se estaría recuperando a los 6 años y 2 meses.

Tabla VI. **Proyección del flujo neto**

Año	Flujo neto	VP flujo neto	Flujo acumulado
0	-Q 96 200,00	-Q 96 200,00	-Q 96 200,00
1	Q 24 858,38	Q 21 503,79	-Q 74 696,21
2	Q 25 105,23	Q 18 786,62	-Q 55 909,60
3	Q 25 354,55	Q 16 412,79	-Q 39 496,81
4	Q 25 606,36	Q 14 338,92	-Q 25 157,88
5	Q 25 860,70	Q 12 527,11	-Q 12 630,77
6	Q 26 117,57	Q 10 944,24	-Q 1 686,52
7	Q 26 377,02	Q 9 561,39	<b>Q 7 874,86</b>
8	Q 26 639,05	Q 8 353,26	Q 16 228,13
9	Q 26 903,71	Q 7 297,80	Q 23 525,92
10	Q 27 171,02	Q 6 375,70	Q 29 901,62

Fuente: elaboración propia.

## 6.5. Punto de equilibrio

La definición, según la ciencia de la contabilidad, de punto de equilibrio es: el punto en donde los ingresos totales recibidos igualan a los costos asociados con la venta de un producto  $IT = CT$ .

Para cualquier proyecto o empresa el punto de equilibrio parte de ingresos y costos en términos monetarios, pero para este proyecto en específico en el que se está estudiando la implementación de un sistema fotovoltaico con el fin de producir energía eléctrica. El punto de equilibrio se tomará a partir de la producción de energía en donde los ingresos totales corresponden a la cantidad de energía eléctrica que se produce e inyecta al sistema de electrificación de la Empresa Eléctrica al mes y los costos totales corresponden al consumo de energía eléctrica que tiene la granja mensualmente.

Para calcular el punto de equilibrio, a partir de la producción mensual de energía eléctrica que podrá realizar el sistema fotovoltaico, es necesario recordar que la cantidad exacta de energía que actualmente se consume por parte de la granja, es de 950,62 kWh/mes que representa  $CT$  y para llegar a cumplir el modelo matemático, la producción de energía mensual que representa  $IT$  tiene que ser igual o mayor a cero.

Para que el sistema fotovoltaico pueda producir los 951 kWh/mes permitiendo así que el punto de equilibrio sea igual a cero, sería necesario que la radiación de sol diaria sea exactamente de 5,2833 horas lo que equivale a 5 horas, 16 minutos y 25 segundos, tomando los datos de la tabla XI se obtiene la tabla XII que muestran los datos promedio mensual y anual en horas de la radiación solar en para el departamento de Guatemala.

Un dato importante es la producción de energía eléctrica mediante paneles solares para las horas o días nublados. En estos la eficiencia del panel disminuye, pero tomando como referencia la tabla XIII se encuentran los datos de radiación solar en horas promedio de los últimos 16 años, se promedia mensual y diario las horas que el panel recibirá luz solar. Se puede ver que los meses de junio y septiembre son los únicos que están por debajo del punto de

equilibrio, pero son compensados en el resto de meses que se encuentran por arriba del punto de equilibrio, para un promedio diario de 6,68 horas tomando los datos de los últimos 16 años.

Tabla VII. **Radiación solar promedio estación insivumeh (estación central)**

### **ESTACIÓN INSIVUMEH**

#### **Totales mensuales y anuales de Brillo Solar en Horas Y Décimos**

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
<b>1998</b>	154.3	257.6	226.8	252	187.2	182.7	130.6	152.1	309.6	145.9	119.5	114.9	<b>186.1</b>
<b>1999</b>	164.8	247.9	267.4	267	204.6	111	138.7	170.5	94.6	183.6	222	209.3	<b>190.1</b>
<b>2000</b>	273.3	247.9	247.1	247.8	123.1	133.7	248	195.4	142.1	203.8	213	223.2	<b>208.2</b>
<b>2001</b>	266.6	221.2	254.2	257.3	155	192	195.3	207.7	177.1	195.3	237.1	220.1	<b>214.9</b>
<b>2002</b>	262	236.4	266.2	284	176.6	169	197.6	197.5	123	244.9	234	207.7	<b>216.6</b>
<b>2003</b>	263.9	235.2	235.6	261	170.5	138	213.9	223.2	165	164.3	225	229.4	<b>210.4</b>
<b>2004</b>	248	258.1	244.9	261	179.8	174	182.9	220.1	183	192.2	237	235.6	<b>218.1</b>
<b>2005</b>	282.1	252	226.3	234	182.9	159	176.7	186	159	158.1	213	223.2	<b>204.4</b>
<b>2006</b>	246	233.9	257.1	232.1	162.6	135.1	170.1	201.2	164.4	188.7	219.3	192.1	<b>200.2</b>
<b>2007</b>	252	240.5	231.7	242.2	186.5	167.7	189.1	176.6	152.9	144.4	240.1	248.9	<b>206.1</b>
<b>2008</b>	238.1	214.8	239.8	235.4	174.8	113.8	137.1	182.5	132.4	129.8	225.2	211.6	<b>186.3</b>
<b>2009</b>	250.4	211.5	241	228	153	152.7	213.4	191.9	173.6	201.5	177.4	212	<b>200.5</b>
<b>2010</b>	264	215.9	246.7	199.9	127.1	102.7	145.4	108.5	111	191.7	217.8	244.1	<b>181.2</b>
<b>2011</b>	257.2	232.2	232.4	239.1	222.3	116.8	135.9	163.1	153.9	110.3	230	229.7	<b>193.6</b>
<b>2012</b>	192.3	191.8	229.6	211.3	178.3	152	282.9	162.1	188.4	184.7	235.8	220.5	<b>202.5</b>
<b>2013</b>	253.1	218.7	229.9	231.3	205	162.6	186	167	100	153.9	203	156.3	<b>188.9</b>

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología  
INSIVUMEH. [www.insivumeh.gob.gt](http://www.insivumeh.gob.gt). Consulta: 8 de agosto de 2013.

Tabla VIII. **Radiación solar promedio mensual y diaria de los últimos 16 años**

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
<b>Promedio mensual</b>	241,8	232,2	242,3	242,7	174,3	147,7	184,0	181,6	158,1	174,6	215,6	211,2	200,5
<b>Promedio diario</b>	8,06	7,74	8,08	8,09	5,81	4,92	6,13	6,05	5,27	5,82	7,19	7,04	6,68

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Radiación solar diaria anual**

<b>Año</b>	<b>Promedio diario</b>
1998	6,20
1999	6,34
2000	6,94
2001	7,16
2002	7,22
2003	7,01
2004	7,27
2005	6,81
2006	6,67
2007	6,87
2008	6,21
2009	6,68
2010	6,04
2011	6,45
2012	6,75
2013	6,30
<b>Promedio</b>	<b>6,68</b>

Fuente: elaboración propia.

## 6.6. Precio venta

El precio de venta de los huevos (como producto principal de la granja), de las pollas y de la gallinaza (como productos secundarios producidos), no se

verá afectado ni para aumento ni para disminución. Se debería de seguir teniendo los mismos, pero tomando en cuenta que la gran oportunidad que tendrá la granja, será en publicidad de empresa, comprometida con el medio ambiente al trabajar con energía renovable.

## **6.7. Programa de financiamiento**

Es un estudio que se realiza para determinar el origen de la provisión de financiamiento, haciéndolo más eficiente y efectivo, asegurando el aprovechamiento al máximo de la inversión y del proyecto, que haga que la empresa pueda expandirse y ser más competitiva. Los posibles planes de financiamiento con los que cuenta la granja son de capital propio y el financiamiento bancario.

### **6.7.1. Capital propio**

Tipo de financiamiento propio en el cual los recursos necesarios, para una inversión, están conformados por el capital social más beneficios obtenidos que no se han repartido aún, si no que se han acumulado en la empresa en forma de reservas. Por entrevista con el gerente general y propietario de la granja, el monto de capital propio con el que se podría contar para el proyecto de la energía renovable es de Q 100 000,00, cualquier inversión adicional tendría que ser a través de financiamiento bancario.

### **6.7.2. Financiamiento bancario**

Capital que se obtendrá otorgado a crédito por una entidad bancaria del sistema, con el fin de enfrentar una necesidad financiera y por la cual se compromete el deudor a pagar en los plazos determinados y un precio, por

medio de amortizaciones mensuales y ofreciendo garantías de satisfacción a la entidad financiera, de tal manera que a esta le aseguren el cobro del mismo.

En la tabla XV se presenta una tabla con las tasas de interés que cobran los principales bancos del sistema tanto en financiamientos fiduciarios como hipotecarios.

Como se mencionó anteriormente, la granja cuenta con la cantidad de Q 100 000,00 de capital propio para invertir en el proyecto. Por ello se estudió únicamente al proveedor Sistemas Solares, ya que cubre con los requerimientos necesarios para la granja.

#### **6.7.2.1. Planes de financiamiento**

Los principales planes con los que cuenta el sistema bancario y que podría aplicar a la granja son los siguientes:

- Préstamo Fiduciario: tipo de crédito que no tiene ningún fin específico, por lo tanto es libre de disponibilidad. Regularmente este tipo de crédito se enfoca más a los clientes que desean adquirir montos mayores a los establecidos en los créditos de consumo o que deseen una tasa más favorable comparada con los créditos de consumo.

No existen restricciones siempre y cuando se cumpla con las políticas y requisitos, Son financiamientos que otorga el banco y en donde el cliente deja como garantía a personas que les sirven de fiador. Entre los beneficios se pueden mencionar: abonos a capital extraordinarios sin penalizaciones, dependiendo la cantidad a financiar también permite

negociar el tiempo de amortización y financiamiento de hasta el 100 % de lo solicitado, no hay límite para el crédito.

Tabla X. **Tasas de intereses bancario**

Institución	Tipo de Cuenta	Tasa efectiva
	Préstamo Fiduciario	18 %
	Préstamo Hipotecario	del 10 % al 22 %
	Préstamo Fiduciario	25 %
	Préstamo Hipotecario	del 12 % al 25 %
	Préstamo Fiduciario	17 %
	Préstamo Hipotecario	del 10 % al 23,5 %
	Préstamo Fiduciario	20 %
	Préstamo Hipotecario	del 13 % al 27 %
	Préstamo Fiduciario	15 %
	Préstamo Hipotecario	del 8,5 % al 21 %

Fuente: elaboración propia.

Los requisitos generales empresariales solicitados, por las entidades bancarias del sistema nacional guatemalteco, otorgan un financiamiento fiduciario y son las siguientes:

- Escritura de constitución y sus ampliaciones o modificaciones.
- Escritura de nombramientos de representante legal.
- Fotocopia del DPI del representante legal.

- Fotocopia del NIT del representante legal.
  - Anexo IVE PEP del representante legal.
  - Fotocopia de patentes de comercio de la empresa.
  - Fotocopia de inscripción al IVA o tarjeta de NIT de la empresa.
  - Perfil de la empresa en formato del banco (para montos mayores a Q 150 000,00).
  - Estados financieros de los últimos períodos contables completos (12 meses) y estados financieros interinos (6 meses de antigüedad previa a lo solicitado) firmados, sellados y certificados por un contador y por el representante legal que incluyan, balance general, estado de resultados y flujo de efectivo e integraciones de los rubros principales del balance.
  - Carta de declaración de personas jurídicas.
  - Copia de carné de NIT (legible).
  - Carta de declaración de personas individuales.
  - Copia legible de recibo de agua, luz o teléfono de su residencia actual.
  - Flujo de caja proyectado (para montos de Q 80 000,00 en adelante).
  - Carta de instrucción para el desembolso y autorización para débito a cuenta.
- Préstamo hipotecario: toma como garantía real un bien inmueble a favor de la entidad de crédito que otorga el dinero. En caso de no cumplir las condiciones acordadas en la concesión del préstamo el banco procede a reclamar la propiedad en garantía y pasaría a ser el titular de la misma. En este de financiamiento el tiempo de amortización del mismo puede ser hasta de 25 años, pero la mayoría de los bancos tienen cantidades establecidas (generalmente cantidades por encima de los Q 150 000,00)

para aplicar y únicamente dan el 80 % de la cantidad que indica el avalúo del bien inmueble.

Los requisitos generales empresariales solicitados por las entidades bancarias del sistema nacional guatemalteco, para otorgar un préstamo hipotecario, son las siguientes:

- Completar solicitud de crédito requerida.
- Fotocopia legible de patente de comercio.
- Certificado contable de ingresos.
- Últimos 3 estados de cuenta bancarios de cada una de las cuentas registradas a nombre de la empresa.
- Fotocopia legible del documento de identificación del solicitante.
- Registro de la propiedad.
- Carta de poder del propietario del bien inmueble (en dado caso no fuera el solicitante el propietario).
- Avalúo reciente de la propiedad.
- Constancia del NIT de la persona solicitante.

#### **6.7.2.2. Tiempo de finalización**

Para el tipo de préstamo fiduciario, el periodo de amortización es hasta 36 meses aunque en algunos bancos del sistema, dependiendo de la cantidad solicitada, se podría negociar el tiempo de amortización.

Para el tipo de préstamo hipotecario los periodos de amortización se pueden solicitar desde 5 hasta 25 años. Por la cantidad que cuenta la Granja actualmente para financiar su proyecto, no será necesario ningún cálculo de tiempo de financiamiento.

### **6.7.3. Otras fuentes de capitalización**

La operación de capitalizarse consiste en invertir o prestar un capital produciendo un interés durante el tiempo que dura la inversión o el préstamo. Este capital que se presta puede ser en su totalidad (100 %) o se puede parcial con el fin de completar únicamente la cantidad restante a un capital propio que se tenga a disponibilidad.

Las fuentes que la granja avícola tiene para capitalizarse e invertir en el proyecto serían: mediante capital propio, financiamiento bancario, un inversionista o bien, una combinación entre las mismas. De las anteriores mencionadas únicamente será necesario utilizar el capital propio si se llegara a realizar el proyecto; ya que se estaría cubriendo la inversión necesaria con el proveedor Sistemas Solares.



## CONCLUSIONES

1. Los paneles solares son un conjunto de celdas solares que captan la energía solar en forma luminosa y la transforman en energía eléctrica para su posterior uso, ya sea en almacenamiento por medio de baterías o mediante conexión de inyección a red. Los usos que ha tenido en Guatemala últimamente van desde pequeños juguetes que se mueven cuando reciben luz solar. Los calentadores solares caseros que se han vuelto muy populares y actualmente la construcción de la nueva planta en el departamento de Zacapa la cual estaría produciendo 5 megavatios (MW) de energía eléctrica.
2. La energía eléctrica es uno de los principales insumos que utiliza la Granja Avícola Gaby en la producción tanto de huevos como de polla. Al presentarse una situación de suspensión de energía eléctrica de minutos o incluso una hora durante el día no sucedería más que atraso en la producción, aunque recuperable. En la noche entre más tiempo pase sin energía eléctrica se estarían muriendo los pollitos que están incubadoras a una razón de 33 % de la población, por noche sin servicio eléctrico.
3. Los paneles solares que están actualmente en el mercado van desde los 1,64 m. hasta 2 m. de largo, 1,06 m. hasta los 1,48 m. de ancho y 3,5 cm a 4,5 cm de ancho. Pero conforme la necesidad de abastecimiento de energía eléctrica y del proveedor que los venda, así será su respectivo tamaño. Para llegar a satisfacer la demanda de la granja avícola se llegó a determinar que sería necesaria una instalación de 28 paneles. Esta es la

cantidad del sistema fotovoltaico instalado por la empresa Sistemas Solares.

4. Los paneles solares, independientemente de su tamaño, tienen sus respectivos soportes, adaptadores y bases facilitando su instalación y debido a la infraestructura de construcción del techo de las galeras de la granja, no haría falta ningún tipo de construcción adicional para colocar los paneles en la parte superior del techo de las galeras. Inclusive el ángulo que ya tiene el techo favorece la captación de los rayos solares en los paneles.
5. Por el momento el uso de la energía eléctrica que se utilizaría, a partir de la producción del sistema fotovoltaico, estaría satisfaciendo a un 100 % todos los procesos que necesitan energía eléctrica que realiza la granja para completar su sistema productivo.
6. La reducción de costos sería equivalente a Q 2 165,37 mensuales (Q 25 984,44 anuales) con un incremento del 1 % aproximado por concepto de ahorro del pago de energía eléctrica, tomando en cuenta que si el servicio eléctrico de la Empresa Eléctrica subiera, igualmente subiría el rubro de la granja, por concepto del ahorro en el pago de la cuenta mensual.
7. El costo total a invertir en el proyecto de energía renovable sería de Q 96 200,00 que corresponde el valor del sistema fotovoltaico completo, al adquirirlo con la empresa Sistemas Solares, ya que tomando en cuenta el precio de venta (inversión inicial), la misma producción de energía para todos los sistemas ofrecidos por los distintos proveedores. El

tiempo de vida útil del sistema y su tiempo de garantía en dicha empresa es la mejor opción.

Desde el punto de vista de mejor inversión, con la empresa Sistemas Solares, que el monto a invertir está aún por debajo de la cantidad con la que actualmente cuenta la granja para realizar este proyecto.

8. La inversión que se realizará en el proyecto se estaría recuperando al 100 % en el mes 74 de su puesta en marcha, equivalente a 6 años y 2 meses. El anterior tiempo de recuperación corresponde a la inversión con la empresa Sistemas Solares.



## RECOMENDACIONES

1. La instalación de un sistema de inyección a la red es el pionero en su rama en la actualidad. El contador bidireccional permite inyectarle toda la energía eléctrica producida en un día. Es un tipo de tecnología de vida útil para largo plazo de 25 años y se recomienda hacer con la empresa Sistemas Solares principalmente porque ellos tienen el menor costo en el mercado actual, sin descuidar lo que sus competidores ofrecen igualmente, la garantía y la vida útil del equipo en general.
2. Una vez realizado el estudio de factibilidad y obtenido sus resultados se determina positivamente que invertir en el sistema fotovoltaico de inyección a red estaría generando los siguientes beneficios: a corto, mediano y largo plazo el compromiso con el medio ambiente. A mediano plazo la recuperación de la inversión y a largo plazo una retribución económica de aproximadamente Q 552 169,35 que se verían por los restantes 255 meses de vida útil que aún le quedarían al equipo una vez alcanzado el tiempo de recuperación del mismo.
3. Es necesario que, sin importar el tamaño de la organización o del alcance de un proyecto de energía renovable se tome en consideración la inversión en el mismo, ya que nuestro planeta lo necesita y lo agradecerá devolviendo mayor tiempo de calidad de vida y aunque ya no lo pueda disfrutar esta generación, sí lo harán las generaciones siguientes.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ARROYO VARELA, Silvia R. *Inteligencia Competitiva, una herramienta clave en la estrategia empresarial*. 2a ed. Madrid: Ediciones Pirámide Grupo Anceya, 2005. 132 p.
2. BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos*. 7a ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, McGraw-Hill Educación, 2006. 371 p.
3. BIERMAN, Harold Jr; SMIDT, Seymour. *El Presupuesto de Bienes de Capital (la toma de decisiones)*. México: Sagitario, Fondo de Cultura Económica. 1977. 462 p.
4. Guatemala. Congreso de la República de Guatemala. Ley de Impuesto Sobre la Renta ISR Ley del ISR. Decreto No. 10-2012, Acuerdo Gubernativo 213-2013, 5 de marzo de 2012. 25 p.
5. HERRERA QUEZADA, Ana Beatriz. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable aldea Sanguayabá municipio de Palencia, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 135 p.
6. HICAPIÉ, John Jairo; RODAS, Ramón Eduardo. *Manual de explotación de gallinas ponedoras, Manual Técnico*. México: Zamorano, 2001. 9 p.

7. LAYARD, Richard. *Análisis Costo-Beneficio*. México: Sagitario, Fondo de Cultura Económica. 1978. 478 p.
8. MORALES-ARCE MACIAS, Rafael. *Economía de la empresa: inversión y financiación*. 3a reimpresión. México: Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Nacional de Educación a Distancia. 1997. 522 p.
9. Municipalidad de Palencia. [en línea]. <[www.munipalencia.gob.gt](http://www.munipalencia.gob.gt)>. [Consulta: 27 de junio de 2013].
10. SAPAG CHAIN, Nassir; SAPAG CHAIN, Reinaldo. *Preparación y evaluación de proyectos*. 5a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2008. 445 p.
11. Sitio Solar, portal de energías renovables. [en línea]. <[www.sitiosolar.com](http://www.sitiosolar.com)>. [Consulta: 16 de julio de 2013].
12. STANTON, William J; ETZEL, Michael J; WALKER, Bruce J. *Fundamentos de marketing*. 14a ed. México: McGraw-Hill. 741 p.
13. URQUIZÚ RODAS, César Ernesto. *Estudio de factibilidad sobre la instalación del sistema de telefonía pública utilizando como forma de pago tarjetas*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996. 100 p.

## **ANEXOS**

## **Anexo núm. 1 Entrevista al Sr. Uber Norberto Garrido Gómez**

El Sr. Uber Norberto Garrido Gómez es el Secretario municipal de Palencia, del departamento de Guatemala, desde hace 2,5 años; es el encargado principalmente de las relaciones laborales entre funcionarios y empleados de la municipalidad, dar seguimiento a la emisión y aprobación de acuerdos, reglamentos y ordenanzas municipales, desde hace 2 años.

**Pregunta 1: ¿Para usted cuáles son las principales características del municipio de Palencia?**

Primero el municipio de Palencia pertenece al departamento de Guatemala situado a 28 kilómetros al noreste de la Ciudad capital, se extiende sobre una zona selvática y boscosa, con una extensión aproximada de 196 km<sup>2</sup>, y una altura media sobre el nivel del mar de 1 300 metros.

Además contamos con una población dispersa en pequeños poblados, normalmente no superiores a los 3 000 individuos para un total aproximado de 56 000 habitantes, los cuales se reparten en treinta caseríos y un total de 21 aldeas.

**Pregunta 2: ¿Cuál considera que es la principal fuente de economía del municipio?**

Fundamentalmente la actividad agrícola, con cultivos muy variados y no extensivos, entre los principales productos que se cultivan están las hortalizas,

leguminosas, café, caña de azúcar y diversos tipos de frutas, en la zona también se cuenta con ganadería bovina y cierta actividad de industrias de artesanía.

**Pregunta 3: ¿Cuáles son las afecciones que identifican el terreno?**

El terreno está dado por zonas montañosas que vienen desde el sur del municipio en los montes llamados “La Cerrita”, el cual se dirige al noreste por la sierra de Palencia, determinando así las dos vertientes: la del noreste donde se forman las quebradas del Chorro y de la Melena, el río El Molino, la quebrada Joya Honda, las tres quebradas que contribuyen a formar el río Las Cañas y Palencia.

Así como el riachuelo El Jute, unidos al río de Palencia, forman el de Agua Caliente y la del sureste formada por una serie de declives separados por los barrancos casi paralelos por las que corren el río La Danta y sus tributarios, el Casas Viejas y el de los Cimientos o San Sur.

**Pregunta 4: ¿Qué constituye la flora y fauna presentes en el municipio?**

Si hablamos de la vegetación, la región está integrada por bosques de robles con sus diversas variedades, también tenemos árboles de cerezos y avellanos silvestres, álamos temblones, arces y mostajos.

En las vertientes de la montaña también encontramos los arándanos, diversos helechos, madre selvas rodeados por mucha vegetación.

Incluso a principios de año también se encuentran concentraciones de narcisos que dan gran colorido; y en las praderas también están pobladas de vegetación que sirve como alimento para el ganado.

Por otro lado la fauna de la región está formada por distintas especies, encontramos en primer lugar los invertebrados característicos en las montañas, como los escarabajos y mariposas.

Otro gran característico de la región son los peces, la trucha es uno de los más apreciados, el gobio o burreño que se encuentra en los ríos de la zona y en los pantanos se pueden encontrar cachos o escarchos.

El otro gran grupo está formado por los reptiles, entre ellos se pueden encontrar: lagartos, lagartijas, el eslizón y una variedad considerable de víboras, además de los anfibios como ranas, sapos, salamandras y tritones.

**Pregunta 5: ¿Cuáles son los requisitos legales que tiene que cumplir un proyecto individual como este?**

Por el momento la municipalidad de Palencia aún no cuenta con registros de generación de energía renovable de ningún tipo dentro de su territorio, por lo tanto actualmente no hay ningún aspecto, requisito o protocolo legal que haya que cumplirse para otorgar los permisos necesarios para poder realizar proyectos de ésta índole; la municipalidad únicamente solicita a las personas individuales o empresas que realicen proyectos de energía renovable, que le brinden la información del proyecto y de los resultados obtenidos para poder empezar a llevar registros.

**Pregunta 6: ¿Es necesario algún tipo de licencia para poder implementar proyectos de energía renovable en su municipio?**

Actualmente para poder realizar un proyecto de energía renovable, no es necesario solicitar una licencia de construcción a la municipalidad, el único requisito para iniciar el proyecto es informar a las autoridades de la municipalidad del mismo con el fin de que ésta pueda empezar a llevar registros de proyectos de energía renovable.

**Pregunta 7: ¿La Municipalidad de Palencia tiene normas y regulaciones específicas para generar energía de fuentes renovables?**

Actualmente Palencia no tiene normado ningún tipo de requisito específico para proyectos de ésta clase y como éste tema ya es de actualidad e inevitable, se quiere iniciar con el aprendizaje de éste tipo de tecnología, teniendo en cuenta que el aprendizaje será de dos vías pues cada usuario que realice proyectos de éste tipo tendría únicamente como requisito ante la alcaldía que se le extienda un reporte de la construcción realizada, el equipo que se está utilizando y los resultados que se están obteniendo para que la alcaldía pueda el día de mañana apoyar a futuros proyectos de energía renovable.

**Pregunta 8: ¿Dónde se puedo encontrar más información del municipio?**

En nuestra página web [www.municipalencia.gob.gt](http://www.municipalencia.gob.gt) o pueden comunicarse al PBX: 6644-6800 o bien al correo: [info@municipalencia.gob.gt](mailto:info@municipalencia.gob.gt).

## Anexo núm. 2 Cotización Enersol

# ENERSOL

SOLUCIONES CON TECNOLOGÍA SOLAR

Guatemala 3 de mayo de 2012

Señor  
**Manuel Palma**  
Presente

**Estimado Sr. Palma,**

Gracias por su interés en nuestros sistemas de generación eléctrica fotovoltaica. Por medio de esta tecnología usted estará generando su propia energía eléctrica. Usted se convertirá en un generador de electricidad. La energía producida puede ser inyectada a la red o puede ser consumida en su propia instalación. Ahorre mucho dinero y vuelvase independiente energéticamente al ir incrementando su capacidad de producción.

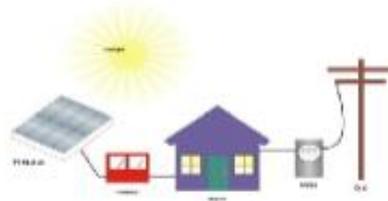
### GENERE ENERGÍA ELÉCTRICA CON PANELES SOLARES

#### FOTOVOLTÁICOS E INYÉCTELA A LA RED



Los paneles solares fotovoltaicos son equipos super resistentes, cuentan con vidrio templado resistente a golpes y pueden durar hasta 25 años expuestos a la intemperie. Son fáciles de instalar y resisten las mas adversas condiciones climáticas.

**"ES FACIL, ES RAPIDO, EN GUATEMALA LA LEY LO PERMITE"**



**VEA SU CONTADOR GIRANDO AL REVES.....  
VEA UN VIDEO DE COMO FUNCIONA EL SISTEMA,**

**ENERSOL**  
Soluciones con tecnología solar

www.enersolgt.com  
PBX.: 6634-1663



HAGA CLIC EN EL SIGUIENTE LINK

<http://youtu.be/bFnB-QhCa1g>

CUANTO CUESTA EL SISTEMA:

A continuación se presenta el precio de un sistema solar fotovoltaico con capacidad de producir 120 KILOVATIOS/HORA AL MES. (4 kilovatios al día)

CANT	PRODUCTO	PRECIO UNITARIO
1	Sistema de generación eléctrica fotovoltaica de Inyección a la red con capacidad de producir aproximadamente 120 kwh por mes. Incluye Estructura de montaje y materiales. 4 PANELES SOLARES DE 200 WATTS	Q38,420.00  PRECIO ESPECIAL: Q34,000.00

El sistema ofertado es escalable, usted puede instalar tantos sistemas individuales como desee según la cantidad de Kilovatios que desee ahorrar en un mes.

Según lo que usted quiera ahorrar así debe ser el número de sistemas solares que se deben de instalar.

CANTIDAD DE PANELES INSTALADOS	ENERGIA PRODUCIDA (AHORRADA)
1 PANEL SOLAR	30 kwh / mes
2 PANELES SOLARES	60 kwh / mes
3 PANELES SOLARES	90 kwh / mes
4 PANELES SOLARES	120 kwh / mes
5 PANELES SOLARES	150 kwh / mes
6 PANELES SOLARES	180 kwh / mes
7 PANELES SOLARES	210 kwh / mes

PUEDE INSTALAR TODOS LOS SISTEMAS QUE DESEE.....

PUEDE AHORRAR TODA LA ENERGIA QUE DESEE.....

PUEDE AMPLIAR EL SISTEMA EN CUALQUIER MOMENTO.....

PRINCIPALES AREAS DE APLICACION:

- RESIDENCIAS



www.enersolgt.com  
PBX.: 6634-1663



- COMERCIOS
- RESTAURANTES
- GIMNASIOS
- INDUSTRIAS
- ZONAS RURALES
- COLEGIOS
- TIENDAS CON CAMARAS FRIGORIFICAS
- HELADERIAS
- ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUA
- CUALQUIER LUGAR DONDE SE DESEE AHORRAR ENERGIA ELECTRICA

#### EN GUATEMALA HACER ESTO ES LEGAL:

En el año 2008 la "Comision Nacional de Energia Electrica" emitió la resolución CNEE No. 171-2008 denominada "NORMA TÉCNICA PARA LA CONEXIÓN, OPERACIÓN, CONTROL Y COMERCIALIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA RENOVABLE -NTGDR- Y USUARIOS AUTOPRODUCTORES CON EXCEDENTES DE ENERGÍA" en la cual se presentan todas las normas técnicas que deben de cumplirse para poder inyectar energía a la red. Solamente hay que notificar a la empresa distribuidora de energía para que usted empiece a ahorrar.

**EMPIECE A GENERAR SU PROPIA ENERGIA,  
YA NO LE REGALE SU DINERO A  
LA EMPRESA ELÉCTRICA!!!!  
UTILICE ENERGIA GRATUITA E INAGOTABLE DEL SOL!!!!**

#### DESCRIPCION:

Este sistema no almacena la energía para consumirse de noche, sino que genera e inyecta a la red durante el día. Su fin es generar un ahorro de energía.

Usted se conecta a la empresa eléctrica y consume con normalidad, pero a la vez, durante las horas de radiación, esta generando energía mediante los paneles fotovoltaicos que se inyectan a la red. Los Kilovatios generados solamente se restan de los kilovatios consumidos de la empresa eléctrica, por lo que su cuenta de luz se reduce.

Este sistema no requiere de Banco de Baterías ni controlador de carga, por lo que su costos es muy reducido y el retorno de inversión es menor que un sistema fotovoltaico convencional. (20- 25 años)

#### RECOMENDACIONES:

Para que su inversión en sistemas fotovoltaicos sea mas rentable, antes de adquirir su sistema solar recomendamos:

- Analizar en que areas de su casa o negocio se encuentra el mayor consumo de electricidad.
- Si usted tiene un calentador de agua electrico, cambielo por un calentador solar, ya que con esto reducira drasticamente su consumo de Kilovatios mensual. El retorno de inversion del calentador solar es de 2 años.
- Utilice lamparas ahorradoras para toda la iluminacion.
- Utilice aparatos electricos eficientes:
  - Refrigeradoras modernas de bajo consumo
  - Secadora de ropa a gas



Entre menos Kilovatios gaste mensualmente, menor puede ser su sistema Fotovoltaico.

**VIDA UTIL:**

Los paneles fotovoltaicos tienen una vida útil estimada de 25 años.

**INFRAESTRUCTURA PARA PODER INSTALAR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE INYECCION A RED:**

Se requiere de un area de techo soleada de 5 mts. X 2 mts. Debe ser libre de sombras.  
Para conectarlo se requiere de 1 tomacorriente cercano al lugar de la instalacion.  
El contador de luz debe ser bi-direccional para que permita la inyeccion a red.

**Terminos y Condiciones:**

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| • Forma de pago:         | 100% con la orden de compra             |
| • Tiempo de entrega:     | Inmediato (sujeto a existencias)        |
| • Tiempo de instalación: | Segun el numero de sistemas 3 – 15 días |
| • Instalación:           | Incluida (Basica)                       |
| • Validez de la oferta:  | 15 días                                 |

Cualquier información adicional gustosamente se la proporcionare a su requerimiento, pudiéndose comunicar al **PBX 6634-1663**, o escribiendonos a [ventas@enersolgt.com](mailto:ventas@enersolgt.com)

Agradezco su atención a la presente y quedo en espera de sus noticias.

Atentamente,

**Licda. Elena Lainflista**  
ENERSOL



## Anexo núm. 4 Cotización SADEESA



SISTEMAS DE APOYO DE ENERGIA  
ELECTRICA, SOCIEDAD ANONIMA

SADEESA  
Avenida Elena 3-43 Zona 1  
Tel: 2238-4328 FAX 2232-2098

Date	Estimate #
14/03/2014	COTI.3994

Name / Address
MANUEL PALMA manuelpalma@hotmail.com

Description	Qty	Rate	Total
SISTEMA DE CONEXION A RED 30 KW DIARIOS			
PANEL SOLAR MARCA CANADIAN SOLAR DE 250 WATTS MODELO CS6P 3 AÑOS DE GARANTIA 20 AÑOS DE VIDA UTIL POR FABRICA	25	4,300.00	107,500.00
INVERSOR MARCA FRONIUS DE 7.5 KW 600VD-208-277V MODELO FRON IG 7.5 FRABRICADO EN USA	1	38,500.00	38,500.00
ESTRUCTURA PARA PANELES SOLARES	1	14,400.00	14,400.00
PROTECCIONES Y CABLEADO DEL SISTEMA SOLAR	1	6,800.00	6,800.00
INSTALACION Y MANO DE OBRA	1	9,800.00	9,800.00
PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO		<b>Total</b>	Q177,000.00
sadeesa@gmail.com			

## Anexo núm. 5 Cotización Airemax



AIRE ACONDICIONADO, REFRIGERACION, VENTILACION Y ENERGIA SOLAR  
 Avenida la Castellana 8-69 zona 9  
 Teléfonos 2360-5377, 2360-5375, 2278-1042, 5409-2604 y 5390-3984  
[www.airemax.com.gt](http://www.airemax.com.gt)      [ventas2@airemax.com.gt](mailto:ventas2@airemax.com.gt)

AIRE MAX COPROPIEDAD

NIT 6700477-6

SUJETOS A PAGOS TRIMESTRALES

### COTIZACION

No. 0128

Atención a: Manuel Palma      Fecha: 13/03/2014

Forma de Pago: 60% anticipo, 40% contra entrega  
 Validez de Cotización: 5 días  
 Garantía: 2 años

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	TOTAL
	28	Suministros e Instalaciones de paneles solares y 14 Microinversores  Incluye * Paneles solares LG Mono Cristalinos * Microinversores Dual Enecsys * Unidades Distribuidoras * Cable trunca * Grid Cable * TSJ * Anclaje de Fijacion de equipos * Materiales electricos * Montaje tierra fisica * Accesorios * Mano de Obra  Informacion Panel Solar A) <u>Propiedades Mecanicas</u> Peso 16.8kg Celda 6 x 10 Tipo de celda: Mono Cristalino No. De Barras: 3 Dimension de Celdas: 156 x 156 mm 2 Dimension de Panel: 1640 x 1000 x 35 mm Estructuura: Aluminio Anodizado B) <u>Propiedades Electricas</u> Potencia Maxima: 260 wats Voltaje 30.2 MPP 8.61 Corriente Corto Circuito: Eficiencia Modulo% C) <u>Certificaciones</u> IEC 61 215, IEC 61 730-1-2, IEC61 701 UL 1703, ISO9001  <b>Nota:</b> Incluye Gateway, Sistema de monitoreo de la Produccion de energia de los paneles		Q270,000.00
<b>Total</b>				<b>Q270,000.00</b>

Ma. Carolina Jolomocox  
 Asesora de Ventas  
 Tel 43447471

Firma y Sello de  
 Autorizado

## Anexo núm. 6 Cotización Sistemas Solares



### SISTEMAS SOLARES S.A. ENERGIA DEL FUTURO AHORA.

infor@solar.gt  
Tel. 2424-0823 / 25  
www.solar.gt

ventas@solar.gt  
3av 13-74 zona 3 de Mixco colonia  
El Rosario, Rodasa, Bodega 1

Fecha	27-jun-14
Cotizacion	20140627

Nombre	Manuel palma.
Direccion	
Telefono	4128-1241
Correo-e	manuelpsims@hotmail.com

## Propuesta

### Proyecto de Energia Fotovoltaica Atada a Red

#### Informacion de cliente

Cantidad	Descripcion	Consumo QQ
950.00	Generacion en Kw de consumo por mes en relacion a uso promedio:	
2.20	Precio con IVA por Kw (segun tarifas de consumo local actual)	Q 2,090.00
4.89	Factor de Insolacion promedio	

#### Estructura a proveer

Cantidad	Descripcion	Tipo	Unitario	Precio
6500	Watts de paneles Solares			
1	Inversores para inyeccion de Electricidad a Red			
	Instalacion			
Total				Q 96,200.00

#### Observaciones

Cotizacion	<p>Cotizacion Valida por 15 Dias</p> <p>Precios sujetos a cambio sin previo Aviso</p> <p>Leasing de BAM disponible</p>
Importante	<p>Proyecto a entregar en 12 dias habiles</p> <p>Inversor a colocar al mismo tiempo que la instalacion de los paneles</p> <p>Estudio es preliminar. Resultados pueden variar por depender de factores imprevisibles. como: Clima, Temperatura Ambiente, Localizacion Geografica, Precipitacion, Implementacion. de Estructuras, Etc.</p> <p>De acuerdo a informacion recibida, esta necesidad fue discutida para proveer un promedio de 950 Kwh por mes.</p> <p>En esta cotizacion cubrimos dos contadores en las mismas instalaciones, despues de reducir el consumo actual por cambio a iluminacion LED de las actuales luminarias</p>
	<p>Mario Barahona Gerente de Operaciones</p>

