

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA NUEVA LÍNEA DE
SERVICIOS DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA EMPRESA GAMMA LAB**

**JOSE LEONARDO CUBILLOS HERNANDEZ
DIANA XOCHILT TRASLAVIÑA TRASLAVIÑA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA
2015**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA NUEVA LÍNEA DE
SERVICIOS DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA EMPRESA GAMMA LAB**

**JOSE LEONARDO CUBILLOS HERNANDEZ
DIANA XOCHILT TRASLAVIÑA TRASLAVIÑA**

**Monografía de grado presentada como requisito para optar al título de
Especialista Evaluación y Gerencia de Proyectos**

Director:

**Néstor Raúl Ortiz Pimiento
Msc en Ingeniería de sistemas**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA
2015**

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, mis padres por su amor, apoyo y formación, haciéndome la persona y profesional que soy hoy en día. A Mile y Dani por sus conocimientos, aportes y apoyo en la realización de este trabajo. Los quiero mucho y doy gracias a Dios por tenerlos a mi lado todos los días.

A mi esposa que fue mi constante apoyo y aliento, a mi hijo por ser mi inspiración luego de saber que venía a este mundo, a mis padres y hermana por su aporte en mi crecimiento personal y profesional, y ante todo a Dios por permitirme seguir enriqueciendo mi formación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. GENERALIDADES DE LA MONOGRAFÍA.....	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	15
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos.....	17
2. MARCO DE REFERENCIA.....	18
2.1. MARCO DE ANTECEDENTES.....	18
2.2. MARCO TEÓRICO	19
2.3. PANORAMA DEL SECTOR.....	21
2.4. CONTEXTO GEOGRÁFICO.....	27
2.5. ESTUDIO LEGAL	32
2.5.1. Legislación que regula el Sector de Energía en Colombia.	33
3. ESTUDIO DE MERCADOS	39
3.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO.....	39
3.2. MERCADO POTENCIAL Y OBJETIVO	43
3.3. INVESTIGACIÓN DE MERCADOS	44
3.3.1. Demanda.....	44
3.3.2. Oferta – Situación actual de la competencia.....	48
4. ESTUDIO TECNICO.....	50

4.1. PRODUCTO	50
4.2. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y EQUIPOS.....	52
4.3. PERSONAL TÉCNICO	52
4.4. SERVICIO AL CLIENTE	54
5. ESTUDIO FINANCIERO	56
5.1. INVERSIONES	56
5.1.1. Inversión Fija.....	56
5.1.2. Inversión diferida.....	56
5.1.3. Inversión total.....	57
5.1.4. Fuentes de financiación.	57
5.2. GASTOS	57
5.3. COSTOS.....	58
5.4. MANO DE OBRA DIRECTA	58
5.5. PRECIO DE VENTA	59
5.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	60
6. CONCLUSIONES	63
BIBLIOGRAFÍA.....	66

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Comportamiento de la demanda de energía a nivel regional.....	24
Tabla 2 Principales empresas importadoras de células fotovoltaicas 2008.....	27
Tabla 3 Demanda y costo promedio mensual de energía en el municipio de Anapoima Cundinamarca	31
Tabla 4 Normatividad sobre energía solar térmica y fotovoltaica.....	36
Tabla 5 Producción de paneles FV a nivel mundial.	45
Tabla 6 Compañías productoras de paneles FV a.....	46
Tabla 7 Matriz DOFA	49
Tabla 8 Personal técnico requerido.	53
Tabla 9 Inversiones Fijas.	56
Tabla 10 Inversiones Diferidas.....	57
Tabla 11 Inversión Total	57
Tabla 12 Gastos.....	58
Tabla 13 Costos.....	58
Tabla 14 Mano de obra.....	58

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Nivel de vulnerabilidad embalses agregados.....	23
Figura 2 Escenario medio de proyección de demanda nacional de energía eléctrica y tasa de crecimiento de la población.....	24
Figura 3 Comportamiento de la demanda de energía por operador de red – OR..	25
Figura 4 Precio de módulos solares/ curva de comportamiento	26
Figura 5 Izquierda: Producción de módulos fotovoltaicos por país. (GW) Derecha: Demanda de módulos fotovoltaicos por país. (GW).....	26
Figura 6 Población por sexo en el municipio de Anapoima.	28
Figura 7 Tipo de vivienda en el municipio de Anapoima.....	29
Figura 8 Servicios públicos con los que cuentan las viviendas del municipio de Anapoima.....	30
Figura 9 Mapa de radiación solar Anapoima Cundinamarca	30
Figura 10 Representación esquemática de los elementos de una celda solar de silicio.	40
Figura 11 Esquema ilustrativo de un panel fotovoltaico.....	41
Figura 12 Esquema de un SFV de generación a pequeña escala.....	42
Figura 13 Escenario evolutivo del mercado mundial en sistema fotovoltaicos hasta el 2018.	47
Figura 14 Proyección ventas Gamma Lab.....	48
Figura 15 Esquema general sistema Fotovoltaico aislado.....	50
Figura 16 Especificaciones físicas panel solar KC200GT de Kyocera.....	51
Figura 17 Organigrama Gamma Lab	53
Figura 18 Flujograma servicio al cliente Gamma Lab	55

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA NUEVA LÍNEA DE SERVICIOS DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA EMPRESA GAMMA LAB^{*}

AUTORES: JOSE LEONARDO CUBILLOS HERNANDEZ, DIANA XOCHILT TRASLAVIÑA TRASLAVIÑA^{}**

PALABRAS CLAVES: PREFACTIBILIDAD, CREAACIÓN, RENOVABLE, LINEA DE SERVICIOS

A lo largo de este trabajo se encontrara una descripción del estado actual del desarrollo de la energía generada con sistemas fotovoltaicos en el mundo y en Colombia, exponiendo su crecimiento y evolución en tecnología y costos y proyecciones del uso de estos sistemas a largo plazo.

El proyecto que será desarrollado en una empresa que busca incursionar en el sector de energías renovables fotovoltaicas, está orientado principalmente al mercado del municipio de Anapoima en el departamento de Cundinamarca; allí se analiza la situación actual del mercado, estimando la demanda y la competencia que se tendrá para el desarrollo de este tipo de servicio. Adicional a este tema se realiza un estudio legal en el cual se verificara la reglamentación vigente a nivel nacional y departamental con el fin de determinar incentivos y restricciones que puedan generar a la empresa otro panorama.

Por otro lado se elabora un estudio técnico con el fin de determinar las adquisiciones o adecuaciones necesarias para desarrollar el proyecto, esto involucra la definición de herramienta, enceres y equipos requeridos para la instalación, transporte y ensamble de los equipos tanto en el sitio de instalación como en fabrica, este estudio definirá si es necesario ampliar las instalaciones de la compañía y el personal técnico requerido para la ejecución de las actividades.

Por último se expone el estudio financiero con el cual se busca definir las inversiones necesarias para desarrollar el proyecto, y de igual forma realizar la evaluación económica con la cual se definirá la viabilidad del proyecto, utilizando como indicadores de evaluación la TIR y el VPN.

^{*} Monografía de grado

^{**} Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Especialización Evaluación y Gerencia de Proyectos. Director. Néstor Raúl Ortiz Pimiento

SUMMARY

TITLE: PRE-FEASIBILITY STUDY FOR THE CREATION OF A NEW LINE OF RENEWABLE ENERGY SERVICES IN THE COMPANY GAMMA LAB *

AUTHOR: JOSE HERNANDEZ LEONARDO CUBILLOS, DIANA Xochilt TRASLAVIÑA TRASLAVIÑA**

KEYWORDS: PREFACTIVILIDAD, CRAACIÓN, RENEWABLE, LINE SERVICES

This paper describes the current state of the development on the photovoltaic systems around the world and in Colombia, it exposes the growth and the evolution in technology and costs, also the projections and the use of these systems in the long term.

The project will be developed in a company which wants to get into the renewable energy photovoltaic industry; you can find the market situation analyzed which is mainly oriented to the market of Anapoima. Additional to this subject a legal study is made to show the existing regulations at national and regional level that must be checked in order to determine the company's scenarios.

On the other hand was prepared a technical study in order to identify the procurement or adjustments necessary to develop the project, this will involve defining tools and equipment required for the installation, transportation and assembly of the systems. This study will define whether it is necessary to expand the company facilities and staff required for the project.

Finally is exposed a financial study which seeks to define the project investments, and likewise perform the economic evaluation where the viability of the project will be defined, using evaluation indicators TIR and VPN.

* Grade paper

** Physical Faculty of Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Specialization Assessment and Project Management. Director. Nestor Raul

INTRODUCCIÓN

Debido a los cambios climáticos que se han venido presentando mundialmente y la escasez de recursos para seguir generando energía para consumo industrial y residencial, generalmente a partir de combustibles fósiles, se han generado iniciativas y desarrollado proyectos entorno a la creación de sistemas de energías renovables que permitan suplir las necesidades energéticas de los sectores sin continuar afectando ambientalmente el entorno.

Actualmente se tienen diferentes medios de energías alternativas como energía eólica, geotérmica, biomasa y solar, esta última es el objeto de este estudio ya que es en esta área donde la empresa Gamma Lab desea incursionar pues cuenta con los conocimientos técnicos requeridos sobre esta tecnología que permite aplicaciones a nivel industrial, comercial y residencial, asimismo por ser una de las que presenta mayores ventajas frente a las fuentes de energía renovable pues sus costos de operación son bajos, es modular lo que permite expandirla según crezcan sus requerimientos de potencia, no producen ninguna emisión y se abastece de una fuente inagotable.

La empresa Gamma Lab es líder en el mercado de diseño, fabricación y mantenimiento de diferentes equipos a nivel industrial y tiene como visión incursionar en el sector de energías renovables con proyectos de energía fotovoltaica generando soluciones eficientes, sostenibles y rentables de acuerdo a las necesidades de sus clientes. Teniendo en cuenta lo anterior Gamma Lab requiere evaluar la viabilidad comercial y financiera de incursionar en este sector. Partiendo de esto se desarrolla el siguiente estudio de pre factibilidad.

1. GENERALIDADES DE LA MONOGRAFÍA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Gamma Lab se especializa en diseño, fabricación y mantenimiento de equipos para análisis de muestras en diferentes industrias como farmacéutica, agropecuaria y petrolera, donde tiene gran parte del mercado, dentro de la visión de la empresa plantean ser líderes en diseño de soluciones especializadas para el sector productivo integrando cada vez más en sus procesos las energías renovables, los estándares internacionales y el desarrollo sostenible buscando expandirse y crecer en otros sectores. Debido al desconocimiento del impacto, el mercado y la competencia existente en el área de energías renovables, se requiere un estudio que permita establecer la viabilidad económica, de mercado, técnica y financiera de entrar a competir con esta línea de negocio.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente monografía busca exponer como se encuentra actualmente a nivel nacional el sector de empresas de energías renovables en cuanto al mercado, competencia y tendencias tecnológicas que se ofrecen para dar soluciones a nivel industrial o residencial, esto con la finalidad de definir la viabilidad de crear un departamento de energías renovables en la empresa Gamma Lab e incluir el uso de esta tecnología en los demás equipos que se tienen actualmente en el mercado.

Adicional al interés económico y financiero que se busca con la creación de este departamento, se deben valorar otros aspectos que son importantes y

promocionan el uso de las energías limpias y renovables en sustitución de las energías fósiles que contaminan y esquilman los recursos naturales.

Dentro de las ventajas que presenta el uso de energía fotovoltaica frente a las demás energías renovables y fósiles están las siguientes¹:

- No produce emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, con lo que evitan el incremento del efecto invernadero y el cambio climático.
- No genera residuos y es silenciosa.
- No dependen de combustibles finitos, se alimenta de una fuente inagotable.
- Son naturales, no dependen de suministros externos que dependan de otros países.
- No requieren mayor mantenimiento.
- Evitan la dependencia exterior aumentando la seguridad de suministro. Mientras que los combustibles fósiles aumentan las importaciones energéticas.
- Son fáciles de integrar a sistemas nuevos o existentes.
- Permite aumentar la potencia instalada mediante la incorporación de nuevos módulos.
- Pueden instalarse en zonas rurales donde no es de fácil abastecimiento la energía eléctrica.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General. Realizar el estudio de mercado, técnico y financiero para la creación de la línea de servicios enfocada en áreas de energía renovable específicamente en sistemas fotovoltaicos en la empresa Gamma Lab, con la finalidad de ampliar sus unidades de negocio.

¹ VALER M. L. Roberto Curso de actualización: Aplicaciones Productivas de la Energía Solar Parte 3: La energía solar fotovoltaica. Cusco, 02 de noviembre de 2010.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la situación actual de la competencia y evaluar el tipo de mercado al que se enfrenta la empresa.
- Evaluar el espacio físico que se dispone para la expansión de la empresa y el impacto ambiental del desarrollo de esta línea de negocio en la misma.
- Evaluar la normatividad vigente para el desarrollo de proyectos con energías renovables y si se cumple con dichas condiciones en la empresa.
- Estipular los equipos y enceres que se requieren para la realización de este tipo de proyectos y la vía por la cual se adquirirán los mismos.
- Establecer la viabilidad financiera de la creación de la nueva línea de negocio para la empresa Gamma Lab.
- Estimar si la demanda actual justifica invertir en este tipo de proyectos y entrar en el mercado a competir.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. MARCO DE ANTECEDENTES

Para entender el estado actual de los sistemas de energía solar se recurre a estudios previos realizados que permiten tener una visión del estado del arte en este tema y que enmarca el desarrollo del proyecto. Se cuenta con el artículo “Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas” en donde se presenta el desarrollo que ha tenido la utilización de la energía solar en Colombia y sus perspectivas de desarrollo.

Así mismo se consultaron artículos como “Requisitos y Propuestas para el Desarrollo de las Fuentes de Energía Nuevas y Renovables (FENR) en Colombia”, empresas pioneras en el sector SOLEL Ingeniería actualmente SmartGreen con proyectos como “casa con energía solar interconectada a la red” y proyectos realizados en este sector como “Energía Renovable en Colombia” con la finalidad de evaluar los avances y estudios previos que puedan evidenciar posibles contratiempos o donde identifiquen temas coyunturales a los cuales se les deba prestar mayor atención durante el estudio.

Igualmente se revisó bibliografía de trabajos de grado, estudios de factibilidad o pre factibilidad que abordaran temas que conciernen esta línea de negocio, “FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE PANELES SOLARES PRODUCTORES DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA UNIDADES INDUSTRIALES EN LOS MUNICIPIOS DE VÉLEZ, BARBOSA Y PUENTE NACIONAL SANTANDER” trabajo de grado para la universidad Industrial de Santander donde analizan y exponen factores alrededor de empezar una línea de negocio en el ámbitos de energías renovables

que brinda un amplio contexto del panorama de este sector, a pesar de no desarrollarse en el mismo entorno geográfico.

2.2. MARCO TEÓRICO

Dentro de las energías alternativas renovables encontramos diferentes fuentes que permiten la generación de potencia continua por medios naturales y sin generar contaminación, caso contrario a la energía que proviene de fuentes fósiles como petróleo, gas y carbón.

Estas fuentes naturales provienen del viento, el sol, hidrógeno, entre otros (energía de la biomasa, energía geotérmica y energía mareomotriz), sobre este tipo de energía el conocimiento de su uso, avances y aplicación diaria, no es muy amplio a pesar de ser un tema que se encuentra en furor debido a la eminente escasez de los combustibles fósiles.

La energía solar se basa en la obtención de la radiación que produce el sol, para ello se hace uso de paneles o celdas fotovoltaicas que permiten tomar estos rayos y obtener de ellos energía eléctrica.

El uso de energía solar ha venido en crecimiento como estrategia de adaptación a los cambios climáticos que amenazan las fuentes hídricas y el abastecimiento de energía, generando avances tecnológicos y fortalecimiento de los mercados en este sector.

La energía solar ha sido usada para diferentes propósitos desde hace varios años sin requerir avances tecnológicos. Sus inicios se dieron por el científico francés Alexandre Becquerel cuando este descubrió el “efecto fotovoltaico” en 1839. Años más tarde Charles Fritts es quien inventa la primera célula solar, pero no es sino

hasta 1946 que se patentan las primeras células solares de silicio por el inventor Russel Ohl y en 1954 se empieza la producción de los paneles solares los cuales fueron usados en satélites y calculadoras, usos que aún siguen vigentes².

En Colombia inicialmente se buscó el uso de energías renovables dada la inviabilidad económica de llevar servicios de energía por medio de redes de interconexión y por el potencial natural de energías renovables en estas zonas, sol, viento y caída de agua.

Con la visión de implementar sistemas de energías renovables el IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales y la UPME, Unidad de Planeación Minero Energética, realizaron el atlas de radiación solar de Colombia herramienta que permite ver la distribución espacial del potencial energético y el valor promedio de radiación que incide por metro cuadrado. Esto ayuda a la identificación de zonas estratégicas para la ubicación de los sistemas de energía fotovoltaicos³.

Gracias a la geografía que presenta Colombia tiene un gran potencial para desarrollar proyectos de energía fotovoltaica los cuales resultan convenientes, y se puede llevar energía a sitios donde redes eléctricas convencionales no tienen acceso.

Hay que tener en cuenta que para el desarrollo de este tipo de proyectos se requieren materiales y equipos como lo son los paneles solares, inversores, controladores y baterías, además de los accesorios para la instalación de dichos equipos (gabinetes, ventiladores, rieles, entre otros), es por ello que se requiere identificar el tipo de proveedores ya que con la apertura del mercado se puede

² ECONOTECNIA. Historia de los paneles solares. [En línea] [31 Enero 2015] Disponible en: <http://econotecnia.com/historia-de-los-paneles-solares.html>

³ COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA -Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) Atlas de Radiación Solar de Colombia. Bogotá: UPME - IDEAM.2005.

acceder a costos más bajos que en proyectos de años anteriores que se tienen como marco referencial.

2.3. PANORAMA DEL SECTOR

El desarrollo de energía solar en Colombia principalmente esta dado en dos aplicaciones, el calentamiento de agua y la generación de electricidad a pequeña escala. Esto es debido al tipo de fuente utilizada pues al ser extensiva por la baja densidad de potencia que provee se requiere mayor extensión en los equipos de conversión.

La primera aplicación en Colombia se dio a mediados del siglo XX con calentadores de agua solares en Santa Marta, seguidos por calentadores instalados en los años sesenta en la Universidad Industrial de Santander para su estudio y caracterización. A mediados de los ochentas varias compañías desarrollaron e instalaron sistemas de calentadores e hicieron estudios sobre los mismos, por su parte el ICONTEC realizo un seguimiento a los mismos y dio origen a la normatividad existente sobre esos dispositivos. Sin embargo debido a sus costos, la demanda y capacidad de los tanques, estos sistemas fueron desplazadas por el gas natural que es más económico haciendo que la industria de estos sistemas cesara su actividad.

La aplicación como generadores de electricidad dio inicio en Colombia con el área de telecomunicaciones, ya que se requería poca energía en lugares que se encontraban en el sector rural para radioteléfonos y antenas satelitales remotas así que se hizo de energía fotovoltaica, lo que representaba un menor costo a largo a plazo y más confiable que los medios ordinarios de suministro de energía.

De estos sistemas se dio paso a pequeños sistemas que proveyeran mayor potencia para iluminación, radio y televisión de una casa campesina en zona rural, estos sistemas tendrían un costo alrededor de US\$1200/1500 además de los costos de instalación. Con los programas de electrificación rural y financiada por el estado se llegaron a instalar varios de estos sistemas alrededor de 15000 para el 2009⁴.

Se han realizado diversos estudios de radiación en Colombia para estudiar el potencial de la energía solar en el país, el más reciente de ellos es el atlas de radiación solar 2005, debido a que en Colombia no se presentan estaciones los equipos de acumulación de energía son de menor tamaño comparados con otros países lo que se convierten una ventaja para estos sistemas.

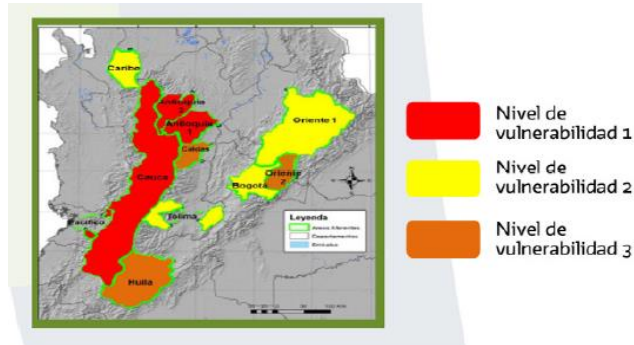
Actualmente debido al impacto ambiental de los combustibles fósiles, al agotamiento de sus recursos y el cambio climático que afecta a las hidroeléctricas y se ve representado en la disminución de los aportes hídricos a la red eléctrica, se ha incrementado de nuevo el uso de energía solar para el suministro de energía eléctrica y calentamiento de agua.

A continuación se puede ver en la Figura 1 el nivel de vulnerabilidad de los embalses agregados determinado por la UPME, Unidad de Planificación Minero Energética, el cual depende del cambio en las afluencias al embalse, meses del año en el que la variabilidad aumentaría, orden de la capacidad de la generación y orden de resiliencia. Debido a estos cambios la UPME plantea unas medidas de adaptación que van desde optimización del uso de fuentes convencionales de energía hasta la diversificación de las fuentes de energía, evaluando costo beneficio de cada una de las medidas⁵.

⁴ RODRÍGUEZ MURCIA, Humberto. Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. #28 revista de ingeniería. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. rev.ing. ISSN. 0121-4993. Noviembre de 2008.

⁵ UPME. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO ENERGÍA "Vulnerabilidad y opciones de adaptación del sector energético colombiano frente al cambio climático". [en línea] [citado 05 de junio de 2015] disponible en: <http://www1.upme.gov.co/demanda-y-eficiencia-energetica>.

Figura 1 Nivel de vulnerabilidad embalses agregados

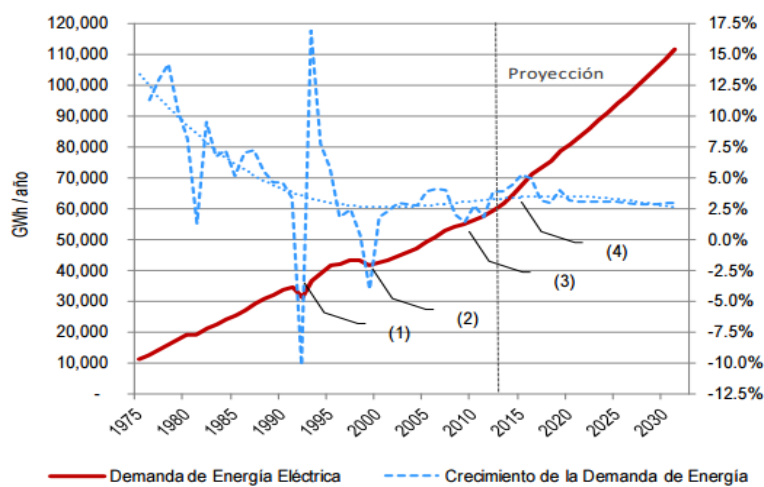


Fuente: Adaptación al cambio climático energía UPME

A pesar de ello la demanda de energía eléctrica en Colombia ha seguido aumentado en los últimos años, en el 2013 hubo un consumo de 60.890 GWh con un crecimiento del 2.8% frente a 2012, el cual se dio por un incremento del 3.1% de la demanda no regulada (industria y comercio) y del 2.5% de la demanda regulada (consumo residencial y pequeños negocios)⁶. En la Tabla 1 se ven los cambios de consumo de energía desde el año 2011 al 2013, además en la Figura 2 se puede observar la proyección de la demanda de energía eléctrica hasta el año 2030 donde se evidencia el crecimiento de la misma a pesar de hacerlo en menor proporción que en años anteriores.

⁶ XM S.A. E.S.P. Presentación en el año 2013 el Sistema Interconec: [citado el 02 de Abril 2015].disponible en: <http://informesanuales.xm.com.co/2013/SitePages/operacion/1-1-Presentacion.aspx>

Figura 2 Escenario medio de proyección de demanda nacional de energía eléctrica y tasa de crecimiento de la población



Notas:
 (1) Recionamiento electrico del año 1992.
 (2) Recesión económica del año 1999.
 (3) Desaceleración económica del año 2009
 (4) Entrada de nuevas cargas especiales: Rubiales: Ago-2013; Ecopetrol: Jul-2015; Drummond: Jul-2015

Fuente: UPME Proyección de demanda energía eléctrica en Colombia Marzo de 2013

Tabla 1 Comportamiento de la demanda de energía a nivel regional

Comportamiento de la demanda de energía a nivel regional GWh (*)					
Región	2011	2012	Crec	2013	Crec
Centro	15,140.7	15,443.7	1.9%	15,639.4	1.5%
Antioquia	8,491.1	8,650.5	1.8%	8,780.3	1.7%
Costa Atlántica	11,829.6	12,556.3	6.0%	13,248.4	5.8%
Valle	6,338.3	6,591.6	3.9%	6,767.8	2.9%
Oriente	5,842.1	6,097.1	4.2%	6,336.4	4.2%
CQR	2,411.7	2,415.8	0.1%	2,446.9	1.5%
THC	2,272.2	2,322.5	2.1%	2,400.1	3.6%
Sur	1,727.1	1,722.3	-0.4%	1,725.2	0.4%
Chocó	187.3	191.3	2.0%	198.6	4.1%
Guaviare	42.3	42.5	0.1%	46.6	10.2%
** Cargas STN	2,672.3	3,063.1	14,3%	3,045.9	-0,3%

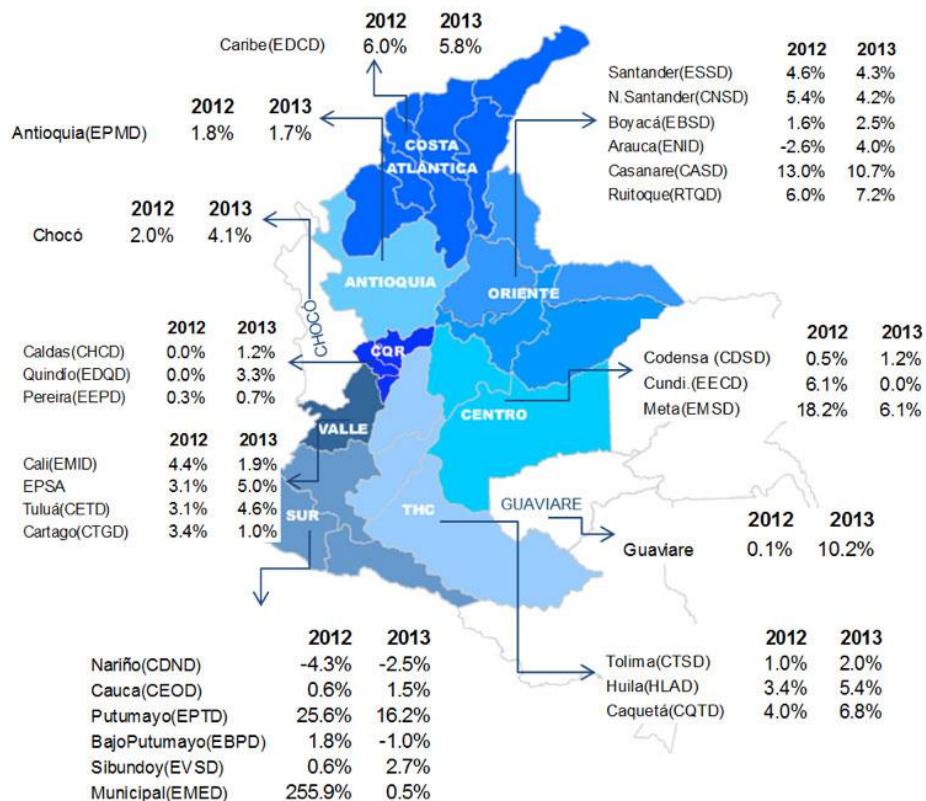
* Se realiza a partir de la demanda comercial.

** Corresponden a cargas conectadas directamente al STN y no tienen asociado un OR. No se incluyen las exportaciones a Ecuador.

Fuente: XM S.A. E.S.P. Demanda de energía por regiones [en línea] [citado 05 de junio de 2015] disponible en: <http://informesanuales.xm.com.co/2013/SitePages/operacion/3-3-Demanda-de-energia-por-regiones.aspx>

Para la atención en la comercialización y distribución de energía eléctrica se tienen diferentes operadores que atienden cada una de las áreas en las que está dividido el país y sus respectivos departamentos, en la siguiente figura se observa dicha división y el cambio en el consumo del año 2012 al 2013.

Figura 3 Comportamiento de la demanda de energía por operador de red – OR

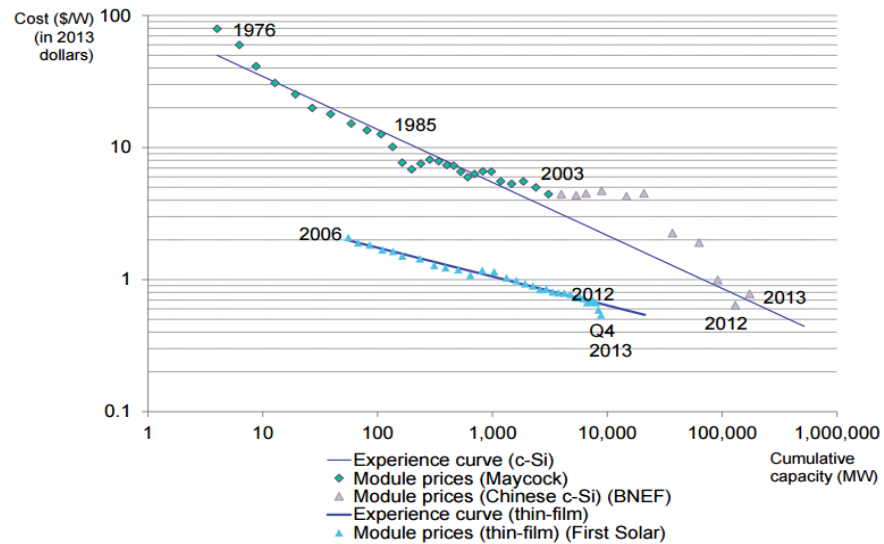


Fuente: XM S.A. E.S.P. Demanda de energía por operadores de red (OR)
[http://informesanuales.xm.com.co/2013/SitePages/operacion/3-4-Demanda-de-energia-por-operadores-de-red-\(OR\).aspx](http://informesanuales.xm.com.co/2013/SitePages/operacion/3-4-Demanda-de-energia-por-operadores-de-red-(OR).aspx)

Con la necesidad de ir supliendo la demanda energética a nivel mundial, el cuidado ambiental por los cambios climáticos y las nuevas tecnologías adaptadas para mejorar los materiales y procesos de producción los precios de los equipos e instalación de los sistemas fotovoltaicos han venido decreciendo con el tiempo.

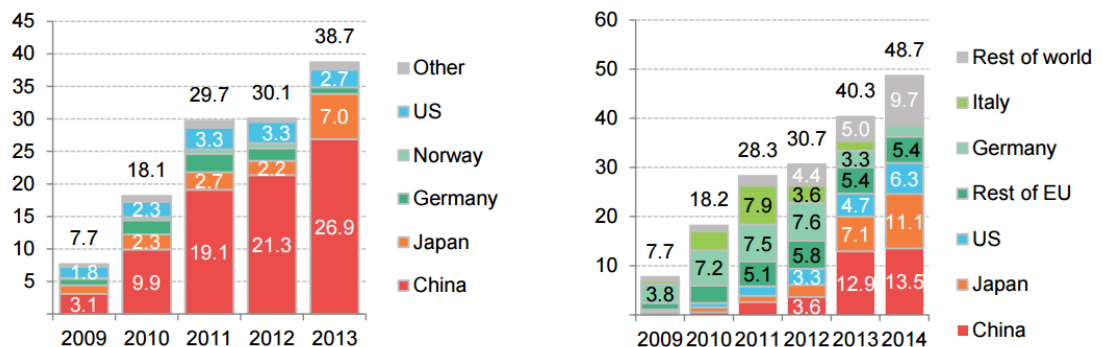
Como se puede observar en la Figura 4 los precios han ido cayendo considerablemente durante los últimos años, alrededor de un 80% comparado con los manejados en el 2007. Esto se debe a los bajos precios ofrecidos por la industria china (Figura 5), los bajos costos de aranceles y las facilidades de importación.

Figura 4 Precio de módulos solares/ curva de comportamiento



Fuente: Bloomberg New Energy Finance, Paul Maycock, company filings

**Figura 5 Izquierda: Producción de módulos fotovoltaicos por país. (GW)
Derecha: Demanda de módulos fotovoltaicos por país. (GW)**



Fuente: Bloomberg New Energy Finance, Paul Maycock, company filings

Sin embargo a pesar de que los costos han ido disminuyendo en comparación con los iniciales manejados en el siglo XX, estos aun superan el valor pagado por la energía suministrada por la red interconectada nacional y el valor agregado de dicha inversión se verá reflejado años después de su instalación.

Debido a la incursión de las energías renovables en Colombia y su mercado expandible varias empresas se han dedicado a comercializar e importar los diferentes equipos requeridos para un sistema fotovoltaico, a continuación en la Tabla 2 se muestra un compilado de dichas empresas, igualmente se encuentran empresas del sector que realizan proyectos de diseño y montaje de sistemas fotovoltaicos (ver numeral 0).

Tabla 2 Principales empresas importadoras de células fotovoltaicas 2008

Principales empresas importadoras de células fotovoltaicas 2008	
Empresa	USD \$ 2008
Andcom	746.460
Energía Integral Andina	554.396
Philips colombiana de comercialización	352.315
Tyco Electronics Colombia	314.313
High Lights	229.576
Duna	203.723
Melco de Colombia	169.890
Schneider electric de Colombia	164.744
Coexito	155.070
Arango Rodriguez y Cía.	149.950
Otras empresas	3.228.248
Total	6.268.685

Fuente: Brief de Inversión en el sector de energías renovables Medellín Colombia. Ministerio de Comercio Exterior. BACEX.

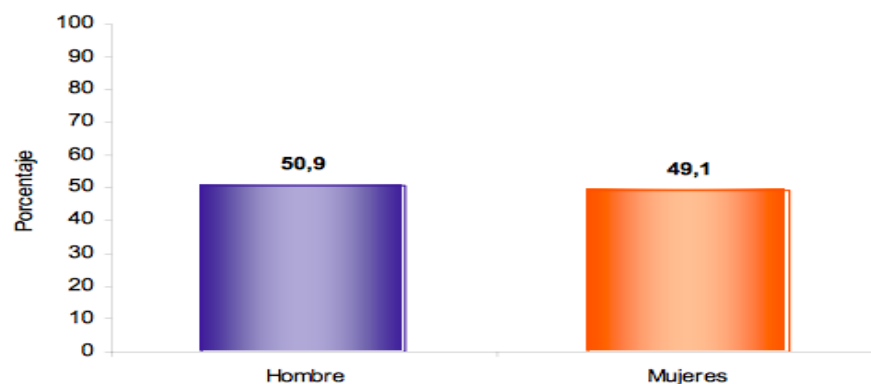
2.4. CONTEXTO GEOGRÁFICO

El estudio se va a realizar para evaluar la viabilidad de incursionar en la línea de negocio de generación de energía fotovoltaica con un mercado objetivo en Colombia, inicialmente el desarrollo del proyecto estará enfocado a la población de Anapoima Cundinamarca, en donde debido a la escasez de agua, energía y el crecimiento de la población y construcción de condominios la demanda de servicios con energía renovable aumentado considerablemente, posteriormente el proyecto se extenderá a otras poblaciones del país que presenten las condiciones necesarias para su desarrollo.

Anapoima se encuentra ubicado al sur occidente del departamento de Cundinamarca en una zona cálida de la provincia del Tequendama, cuenta con una extensión total de 124.2 Km² a una altura de 710 metros sobre el nivel del mar y con una temperatura promedio de 28 a 30°C. Anapoima tiene 3732 habitantes en su cabecera y 6527 habitantes en su zona rural para un total de 10259 y actualmente es considerada uno de los conglomerados turísticos más importantes del centro del país⁷.

Anapoima cuenta con 11.503 habitantes según las estadísticas del censo realizado en el año 2005 por el DANE, de este número de habitantes el 50.9% son hombres y el 49,1% son mujeres como se observa en la Figura 6.

Figura 6 Población por sexo en el municipio de Anapoima.

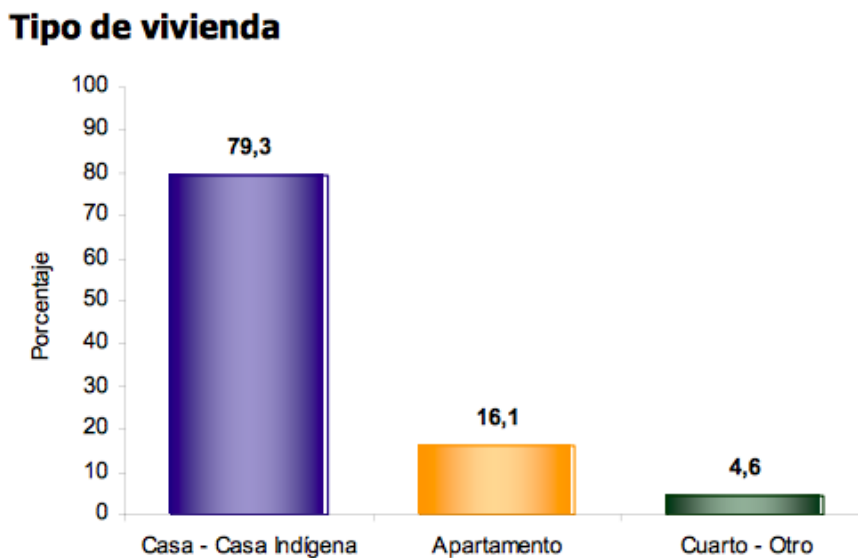


⁷ ALCALDÍA DE ANAPOIMA. Anuncios [en línea] [Citado el 10 de Enero del 2015].disponible en: <http://anapoima-cundinamarca.gov.co/index.shtml>

Fuente DANE Censo 2005

Las familias del municipio se establecen en tres tipos de viviendas, las cuales están ubicadas en las cabeceras del municipio y otras se establecen en sus veredas aledañas, basados en estos también se define que la mayor parte de la población vive en vivienda tipo casa con un porcentaje cercano 79,3%, el 16,1% se ubica en apartamentos y el restante se ubica en otro tipo de vivienda tal y como se ilustra en la siguiente figura.

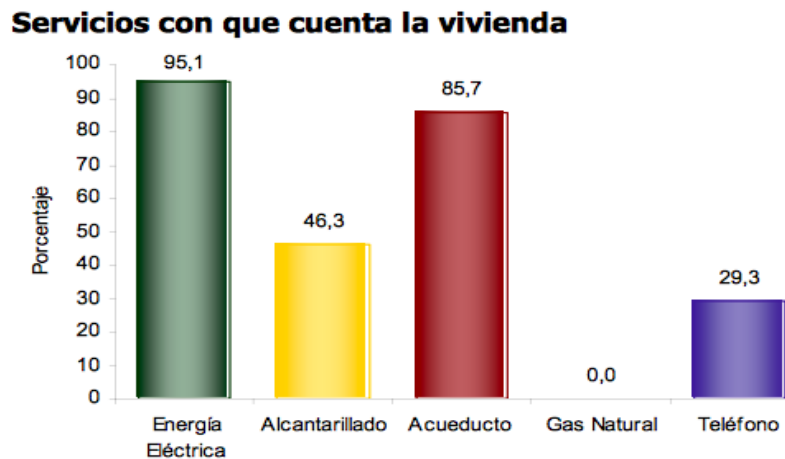
Figura 7 Tipo de vivienda en el municipio de Anapoima.



Fuente DANE Censo 2005

Según el censo del 2005, este tipo de viviendas cuentan con algunos servicios públicos básicos, teniendo que el 95.1% de las mismas poseen servicio de energía eléctrica, esto se puede observar en la siguiente figura.

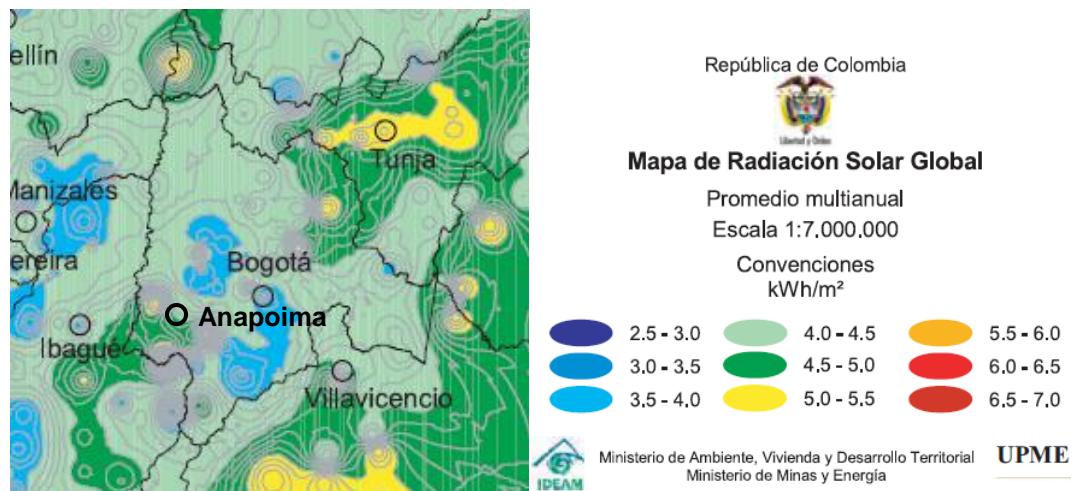
Figura 8 Servicios públicos con los que cuentan las viviendas del municipio de Anapoima.



Fuente DANE Censo 2005

Para el estudio de viabilidad de estos sistemas fotovoltaicos es necesario conocer la radiación solar del área con la finalidad de evaluar los niveles de energía provenientes del sol que recibirá el sistema, para ello se requirió el Atlas de radiación solar de Colombia y sus mapas. En la Figura 9 se puede observar el nivel de radiación promedio anual en Anapoima que esta entre 4.5 a 5 KW/h día de radiación solar, sector del mercado al cual se enfocara este estudio, esto nos proporciona certidumbre sobre el funcionamiento de este tipo de sistemas fotovoltaicos en esta zona y asegura el suministro de energía con los mismos.

Figura 9 Mapa de radiación solar Anapoima Cundinamarca



Fuente: Atlas de radiación solar de Colombia

Tabla 3 Demanda y costo promedio mensual de energía en el municipio de Anapoima Cundinamarca

AÑO 2014	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	AGENTE COMERCIALIZADOR	NIVEL DE TENSIÓN	DEMANDA MES GWh	PRECIO PROMEDIO MES (\$/kWh)
DICIEMBRE	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	DISTRIBUIDORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGIA ELECTRICA S.A. E.S.P.	1	0.02614	347.39054
	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	DISTRIBUIDORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGIA ELECTRICA S.A. E.S.P.	2	0.48045	301.85412
	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	VATIA S.A. E.S.P.	2	0.06614	328.22000
NOVIEMBRE	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	DISTRIBUIDORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGIA ELECTRICA S.A. E.S.P.	1	0.02789	343.09448
	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	DISTRIBUIDORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGIA ELECTRICA S.A. E.S.P.	2	0.41865	298.11944
	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	VATIA S.A. E.S.P.	2	0.04986	328.22002
OCTUBRE	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	DISTRIBUIDORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGIA ELECTRICA S.A. E.S.P.	1	0.03237	343.40958
	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	DISTRIBUIDORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGIA ELECTRICA S.A. E.S.P.	2	0.44338	301.93002

AÑO 2014	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	AGENTE COMERCIALIZADOR	NIVEL DE TENSIÓN	DEMANDA MES GWh	PRECIO PROMEDIO MES (\$/kWh)
	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	VATIA S.A. E.S.P.	2	0.05658	324.47003
SEPTIEMBRE	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	DISTRIBUIDORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGIA ELECTRICA S.A. E.S.P.	1	0.02660	341.77806
	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	DISTRIBUIDORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGIA ELECTRICA S.A. E.S.P.	2	0.47006	345.85001
	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	VATIA S.A. E.S.P.	2	0.05161	323.76005
AGOSTO	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	DISTRIBUIDORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGIA ELECTRICA S.A. E.S.P.	1	0.03257	340.10031
	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	DISTRIBUIDORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGIA ELECTRICA S.A. E.S.P.	2	0.44284	295.49347
	CUNDINAMARCA	ANAPOIMA	VATIA S.A. E.S.P.	2	0.05545	319.59996

EL municipio ha presentado desabastecimiento eléctrico en varias ocasiones debido a las olas invernales que provocan fallas en el sistema, fallas técnicas en los transformadores y remoción de ramas en las redes. Además, se han presentado cortes por el aumento repentino de la carga eléctrica. Según la Empresa de Energía de Cundinamarca, la demanda ha tenido picos donde se ha triplicado lo que históricamente ha consumido el municipio, en la Tabla 3 se puede observar el comportamiento de la demanda de energía en el municipio y sus costos.

2.5. ESTUDIO LEGAL

El proyecto a desarrollar está acorde con los objetivos, las metas y la visión que tiene la empresa de integrar a su portafolio de productos desarrollos auto-sostenibles que tengan en cuenta la energía renovable en sus procesos, teniendo

en cuenta esto el proyecto se debe enmarcar en la normatividad Colombiana asociada al ámbito energético y de energías renovables.

2.5.1. Legislación que regula el Sector de Energía en Colombia. Colombia se ha caracterizado por tener políticas claras y estratégicas para asegurar y mejorar las condiciones de abastecimiento y disponibilidad de energéticos frente a los diferentes cambios que se puedan presentar. El Sector Eléctrico Colombiano se reestructuró con la expedición de las Leyes 142 y 143 de 1994, donde se establecieron límites a la integración vertical con la determinación de cuatro actividades: generación, transmisión, distribución y comercialización, se creó el Mercado Mayorista de Electricidad, comercialización dentro de la bolsa, y se reorganizó el esquema institucional del sector.

Los principales entes reguladores son:

- El Ministerio de Minas y Energía (MME) es la autoridad del sector, establece la política, regula, planifica y coordina las actividades relacionadas con el servicio de electricidad.
- La Unidad de Planificación Minero Energética (UPME) es adscrita al MME, con autonomía administrativa y presupuestaria, responsable de la planificación indicativa integrada del sector, la determinación de los requerimientos energéticos de la población y la definición de los planes sectoriales en el largo, mediano y corto plazo.
- La Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) es una unidad administrativa adscrita al MME. Regula el suministro de los servicios públicos de energía eléctrica y gas. Además, debe promover la libre competencia y evitar el ejercicio del poder dominante en el suministro del servicio público de energía eléctrica y de gas natural.

El gobierno colombiano ha expedido regulaciones con el fin de impulsar el uso de las fuentes alternas de energía como la solar, eólica, pequeñas centrales hidroenergéticas y otras fuentes de energía, para el caso en el Decreto 3652 se establecen los lineamientos generales del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y demás Formas de Energía No Convencionales – PROURE y se reglamenta el fondo de apoyo financiero para la energización de las zonas rurales interconectadas.

Colombia se acogió al Protocolo de Kyoto, el cual ratificó mediante la Ley 697/01, sobre Uso Racional de Energía, donde se define como propósito nacional avanzar hacia la utilización de fuentes renovables en pequeña escala y apoyar la investigación básica y aplicada para que, con el tiempo, se reduzcan costos y se amplíe la capacidad de energías como la eólica, la solar, la geotérmica o la de biomasa, además de la creación de PROURE que busca el cumplimiento de los niveles mínimos de eficiencia energética y la normatividad vigente del medio ambiente, al igual que el decreto 3683 del 2003.

También se debe tener en cuenta la resolución 18-0919 por la cual se adopta el plan de acción indicativo 2010-2015 el PROURE y demás formas de energía no convencionales, allí se disponen sus objetivos, subprogramas y demás disposiciones al respecto.

Otra ley que promueve el uso de energías renovables es la Ley 788/02 que exime del impuesto a la renta las ventas de energía con fuentes renovables, durante quince años, si se obtienen los certificados de reducción de emisiones de carbono previstos en el Protocolo de Kyoto, los cuales generan ingresos a los empresarios. El 50% de estos ingresos tiene que destinarse a programas de beneficio social para gozar de la exención del impuesto⁸.

⁸ BETANCUR, Luis Ignacio. Energías Renovables Marco Jurídico en Colombia. Perspectiva 69 edición 21 2009.

La UPME también ha generado proyectos de normas para regular el tema de energías renovables, la primera de ellas se refiere a los sistemas de calentamiento solar de agua su desempeño, durabilidad y seguridad, el segundo de ellos es la formulación de un programa básico de normalización para aplicaciones de energías alternativas y difusión donde exponen los requisitos de las baterías del sistema y el método de ensayo para su funcionamiento y para finalizar un documento guía de especificaciones, instalación, recomendaciones para el mantenimiento y recomendaciones básicas para los usuarios de sistemas fotovoltaicos donde se establecen las características técnicas que se deben tener en cuenta en el proceso de selección de sistemas fotovoltaicos, muestra diseños básicos con potencias menores a 250 W⁹.

En la empresa se siguen estándares a nivel nacional NTC (NTC 3903, NTC 2959, NTC 4405, NTC 2960, etc.), sin embargo al no estar totalmente reguladas en el territorio nacional, varias de las actividades y productos desarrollados se rigen por las normas y estándares internacionales ASTM (3230, D96, D2035:08, C518, entre otras), UL1741, NEC2008, NEC690 y las normas IEC (IEC 61215, IEC60896-21,22, IEC 721-2-1)¹⁰. El área de energías renovables en Colombia aún se encuentra en desarrollo y su legislación no está del todo definida, a pesar de ello el ICONTEC ha publicado un número relativamente amplio de normas sobre energía solar, enfocadas en procedimientos para realizar ensayos en estos sistemas bien sea de los equipos o materiales que los componen. Las normas sobre colectores o paneles solares fueron publicadas en los 90 con la crisis energética, mientras que las normas sobre sistemas fotovoltaicos comenzaron a publicarse en 2005, varias de estas normas tienen como referencia la norma europea de la International Electrotechnical Commission – IEC. Para generar proyectos en esta línea de negocio se pueden seguir estándares internacionales

⁹ SIMEC. Normalización de energía [en línea] [Citada el 24 de abril de 2015] disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Home/NormastecnicasdelaFNCE/tabid/81/language/es-ES/Default.aspx>

¹⁰ ÁLVAREZ ÁLVAREZ, Carlos Andrés y SERNA ALZATE, Francisco Javier. Normatividad sobre Energía Solar Térmica y Fotovoltaica. Medellín, 9 de noviembre de 2012. "Universal Technical Standard for Solar Home Systems" Thermie B SUP 995-96, EC-DGXVII, 1998. Instituto de Energía Solar ETSI Telecomunicación. Madrid, España.

que se encuentren más desarrollados y que definen la parte técnica de los componentes a usar en este campo como las ya mencionadas IEC y ASTM. En tabla siguiente se muestra una compilación de las normas en el área de energía solar.

Tabla 4 Normatividad sobre energía solar térmica y fotovoltaica

NORMA ICONTEC	DESCRIPCIÓN
NTC 1736, ENERGÍA SOLAR. DEFINICIONES Y NOMENCLATURA (24/8/2005)	Esta norma define la nomenclatura para variables de radiación solar, parámetros meteorológicos, y parámetros de orientación y localización superficial.
NTC 2775, ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA. TERMINOLOGÍA Y DEFINICIONES (24/8/2005)	Esta norma sólo contiene definiciones referentes a sistemas fotovoltaicos, acordes con la simbología establecida en la norma NTC 1736.
NTC 5513, DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS PARTE 1: MEDIDA DE LA CARACTERÍSTICA INTENSIDAD TENSIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (29/8/2007)	Esta norma describe los procedimientos de medida de la característica corriente-voltaje (I-V) para celdas solares de silicio cristalino, empleando luz natural o simulada.
NTC 5678, CAMPOS FOTOVOLTAICOS DE SILICIO CRISTALINO MEDIDA EN EL SITIO DE CARACTERÍSTICAS I-V (24/6/2006)	Esta norma describe los procedimientos de medida en sitio de las características de campos fotovoltaicos de silicio cristalino y la extrapolación de estos datos a condiciones estándar de medida o a otros valores de irradiancia y temperatura.
NTC 5512, ENSAYO DE CORROSIÓN POR NIEBLA SALINA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (29/8/2012)	Esta norma describe el procedimiento para realizar un ensayo que permite determinar la resistencia de los módulos fotovoltaicos a la niebla salina.
NTC 5509, ENSAYO ULTRAVIOLETA PARA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (FV) (29/10/2008)	Esta norma define un ensayo que permite determinar la resistencia de un módulo fotovoltaico cuando es expuesto a radiación ultravioleta (UV).
NTC 2774, EVALUACIÓN DE MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS EMPLEADOS EN COLECTORES SOLARES (3/10/1990)	Esta norma establece una metodología de ensayo para evaluar algunas propiedades de los materiales aislantes térmicos empleados en colectores solares con razones de concentración menores que 10.
NTC 3322, SELLOS DE CAUCHO USADOS EN COLECTORES SOLARES DE PLACA PLANA (19/9/1992)	Esta norma especifica los requisitos generales que deben cumplir los sellos de caucho empleados en colectores solares de placa plana, a excepción de los colectores pasivos instalados verticalmente.
NTC 3507, INSTALACION DE SISTEMAS DOMÉSTICOS DE AGUA CALIENTE QUE FUNCIONAN CON ENERGÍA SOLAR (17/3/1993)	Esta norma establece los requisitos mínimos que se deben cumplir para la instalación de sistemas de calentamiento de agua que funcionan con energía solar, aplicables a sistemas domésticos autónomos, para el

NORMA ICONTEC	DESCRIPCIÓN
	suministro de agua caliente en edificios residenciales.
NTC 2883, MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (FV) DE SILICIO CRISTALINO PARA APLICACIÓN TERRESTRE. CALIFICACIÓN DEL DISEÑO Y APROBACIÓN DE TIPO (26/07/2006)	La presente norma hace referencia a los requisitos establecidos para la calificación del diseño y la aprobación del tipo de módulos fotovoltaicos para aplicación terrestre y para la operación en largos periodos de tiempo en climas moderados (al aire libre), según lo define la norma IEC 60721-2-1.
NTC 5464, MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE LÁMINA DELGADA PARA USO TERRESTRE. CALIFICACIÓN DEL DISEÑO Y HOMOLOGACIÓN (22/12/2006)	Esa norma indica los requisitos, según la norma IEC 721-2-1, para la clasificación del diseño de los sistemas de módulos fotovoltaicos de lámina de delgada, que son diseñados principalmente para operar en largos periodos de tiempo y en climas moderados (al aire libre).
NTC 5549, SISTEMAS FOTOVOLTAICOS TERRESTRES. GENERADORES DE POTENCIA. GENERALIDADES Y GUÍA (16/11/2007)	Esta norma brinda una visión general de los sistemas fotovoltaicos (fv) terrestres generadores de potencia y de los elementos funcionales que los constituye.
NTC 5287, CELDAS Y BATERÍAS SECUNDARIAS PARA SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA. REQUISITOS GENERALES Y MÉTODOS DE ENSAYO (15/07/2009)	Esta norma suministra la información necesaria referente a los requisitos de las baterías que se utilizan en los sistemas solares fotovoltaicos y de los métodos de ensayo típicos utilizados para verificar la eficiencia de las baterías.
NTC 5433, INFORMACIONES DE LAS HOJAS DE DATOS Y DE LAS PLACAS DE CARACTERÍSTICAS PARA LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS (30/08/2006)	La norma contiene información acerca de la configuración de sistemas con módulos fotovoltaicos para garantizar que estén constituidos de una manera óptima y segura.
NTC 2959, GUÍA PARA CARACTERIZAR LAS BATERÍAS DE ALMACENAMIENTO PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (18/09/1991)	La presente norma tiene como objeto mostrar una metodología para la presentación de la información técnica relacionada con la selección de baterías para el almacenamiento de energía en sistemas fotovoltaicos.
NTC 5627, COMPONENTES DE ACUMULACIÓN, CONVERSIÓN Y GESTIÓN DE ENERGÍA DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS. CALIFICACIÓN DEL DISEÑO Y ENSAYOS AMBIENTALES (29/10/2008)	Esta norma establece algunos requisitos para la clasificación del diseño, de los componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos.
NTC 4368, EFICIENCIA ENERGÉTICA. SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR Y COMPONENTES (17/12/1997)	Define algunos métodos de evaluación de la eficiencia térmica de los sistemas solares térmica, además de definir los requisitos o características que deben tener los colectores de placas planas.
NTC 4405, EFICIENCIA ENERGÉTICA. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS Y SUS COMPONENTES (24/06/1998)	La presente norma hace referencia a la metodología para la evaluación de la eficiencia de los sistemas solares fotovoltaicos, distribuyéndose en tres etapas: etapa de paneles o módulos, etapa de regulación y etapa de acumulación.
GTC 108, ESPECIFICACIONES PARA SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA	Esta norma establece algunas líneas de acción a tener en cuenta respecto a las

NORMA ICONTEC	DESCRIPCIÓN
CON ENERGÍA SOLAR, DESTINADA AL USO DOMÉSTICO (22/03/2004)	especificaciones y características técnicas en el proceso de selección, instalación y mantenimiento de sistemas solares térmicos (SST) que se emplean en el calentamiento de agua, utilizados a nivel residencial.
GTC 114, GUIA DE ESPECIFICACIONES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA RURAL DISPERSA EN COLOMBIA (01/12/2004)	Esta norma establece algunas pautas sobre las especificaciones y características técnicas que se deberían tener en cuenta en el proceso de selección, instalación, operación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos (SFV) que se emplean para suministrar energía a las zonas rurales presentes en Colombia.
NTC 5710 PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRETENSIONES DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PRODUCTORES DE ENERGÍA (30/09/2009)	Esta norma establece algunos métodos para proteger los sistemas fotovoltaicos productores de energía de sobretensiones, independiente de si son autónomos o si están conectados a la red de distribución del sistema de potencia.

Fuente: CIDET

3. ESTUDIO DE MERCADOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO

El proyecto se basa en el empleo de paneles y celdas fotovoltaicas para la transformación de la energía solar en energía eléctrica, la cual se utilizara en las casas y condominios que se encuentran ubicados en el municipio de Anapoima y sus alrededores, que posteriormente se expandirá a otras regiones del país iniciando con municipios que quedan alrededor de Anapoima.

Para la identificación del producto que se va a comercializar se realizara una descripción básica de cada componente y el ensamble final de los mismos.

Acorde a esto se define que una celda solar es un dispositivo que realiza la captura de los fotones presentes en la radiación solar y los transforma en energía eléctrica, el procedimiento básico para realizar esta transformación es el siguiente, al incidir la luz del sol sobre la superficie, los electrones se separan de los átomos y se genera una corriente eléctrica la cual es conducida por los contactos metálicos en la parte superior e inferior. Una celda solar consiste en dos capas de conductor y semiconductor, a cada capa se le confieren propiedades eléctricas disímiles dotándolas con pequeñas cantidades de elementos químicos.¹¹

El efecto de las radiaciones se genera de tres clases:

- a. Efecto foto externo, el cual provoca un arranque de electrones con liberación de los mismos.
- b. Efecto foto interno, el cual modifica la conductividad interna del material.
- c. Efecto fotovoltaico, el cual crea una fuerza electromotriz en el material.

¹¹ Unidad de planeación minero energética. Costos energéticos de generación eléctrica en Colombia Abril 2005

Efectivamente en este último caso es donde se integran las células fotovoltaicas que generan el paso de corriente proporcional al flujo de luminosidad que reciben.

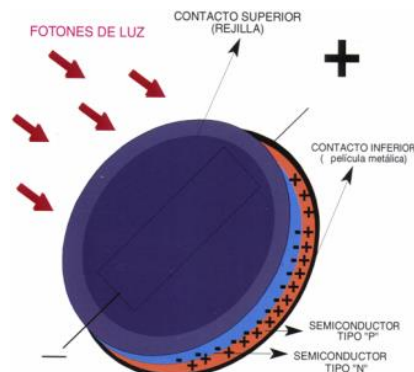
El material que con mayor frecuencia se emplea en la fabricación de celdas fotovoltaicas es el Silicio, del cual se aprovecha su abundancia, siendo el segundo elemento con mayor presencia en la corteza terrestre, los sitios donde se puede encontrar con mayor facilidad es la arena de cuarzo, del cual es extraído mediante el proceso de reducción de arena, mediante altas temperaturas y luego de esto se realiza el proceso de retiro de impurezas.

Acorde al proceso de extracción del silicio las celdas fotovoltaicas se pueden clasificar en los siguientes tres tipos:

- Silicio monocristalino.
- Silicio policristalino
- Silicio amorfo

Las celdas fotovoltaicas también se pueden fabricar de otros materiales de la naturaleza como es el caso del arseniuro de galio, las cuales presentan una alta eficiencia y un comportamiento muy bueno en altas temperaturas.

Figura 10 Representación esquemática de los elementos de una celda solar de silicio.



Fuente UPME Doc. ANC603-12 Marzo 2003

Los paneles fotovoltaicos los cuales se crean con el ensamble de un grupo específico de celdas fotovoltaicas, con lo cual se aumenta y mejora considerablemente los niveles de tensión y potencia, este tipo de paneles deben ser ensamblados cuidadosamente y al momento de la instalación deben ser protegidos de los agentes meteorológicos adversos.

Figura 11 Esquema ilustrativo de un panel fotovoltaico.

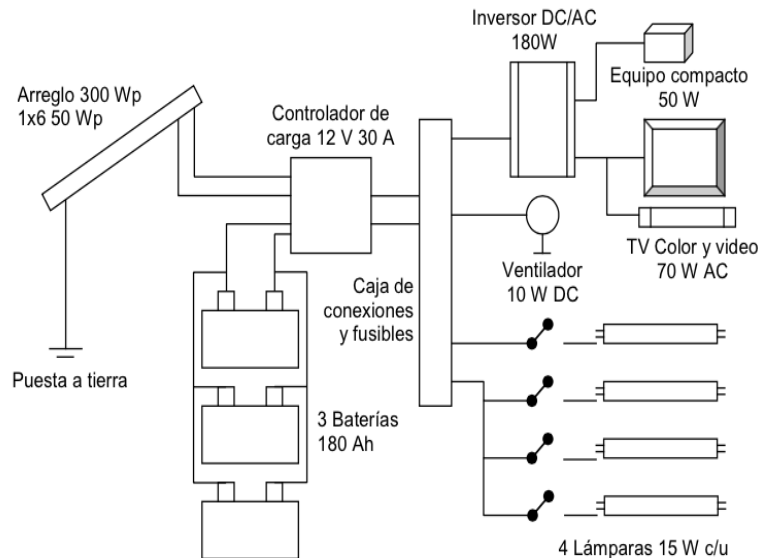


Fuente Technobach wikispace.com

Los componentes descritos anteriormente hacen parte de lo que es el producto final base de nuestro proyecto, es decir es un sistema aislado de generación eléctrica a partir de un sistema fotovoltaico, esta clase de sistemas se caracterizan en que no suministran energía a la red, es decir no se sincronizará ni estará conectado al sistema de interconexión nacional.

Esta clase sistemas aislados, adicional a los elementos mencionados anteriormente requiere de un conjunto de baterías para el almacenamiento de la energía generada, un controlador de la carga mppc y acorde a las necesidades de potencia del cliente se requiere un inversor DC/AC que la proporcione. A continuación se muestra un esquema genérico/general de un sistema de generación eléctrica aislado.

Figura 12 Esquema de un SFV de generación a pequeña escala



Fuente UPME Doc. ANC603-12 Marzo 2003

El esquema de llegada al cliente se realizara de forma directa, es decir se pretende que el área comercial de la compañía realice visitas de campo en las cuales se ofrezca el producto y sus bondades, de igual forma con este tipo de visitas a la zona de interés se pretende identificar que otros tipos de equipos de generación eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos están presentes en el sector y que tipo de tecnología estén implementando.

El área comercial de la compañía está encabezada por un ingeniero electrónico el cual en las visitas de inspección, definirá las necesidades energéticas con las cuales cuenta la casa o condominio, partiendo de esta visita se definirá el tamaño del equipo a emplear y se realizara la propuesta comercial la cual incluirá los precios de venta y los componentes del equipo a instalar.

Se buscara generar recordación y diferenciación del nombre de la compañía, partiendo de la calidad del producto ofrecido y la asesoría técnica personalizada que se realizara para cada cliente, en la cual se busca dar solución a las necesidades básicas que debe cubrir mediante esta tecnología y cuales no

estarían soportadas se han por temas de costos o diferencias técnicas de los equipos y electrodomésticos con los que cuenta en el hogar.

Aunque en Colombia existen gran cantidad de compañías que se dedican a la comercialización, instalación y mantenimiento de paneles solares, son muy pocas las que realizan el diseño, fabricación e instalación de sistemas fotovoltaicos, en la zona donde se realiza el estudio solo algunas compañías han desarrollado algunos proyectos específicos.

3.2. MERCADO POTENCIAL Y OBJETIVO

Para el primer año, se ha establecido como mercado objetivo al municipio de Anapoima y sus veredas aledañas, ya que este presenta deficiencias con el suministro de energía eléctrica, cortes de energía durante periodos de tiempo prolongados y con altas frecuencias, lo que ha ocasionado daños en los electrodomésticos de las casas y fincas, así como daño en las máquinas y equipos de refrigeración de las empresas. El daño en los equipos ha sido tan perjudicial para la comunidad, que los motores de las plantas de bombeo de agua de la población han presentado daño, esto género que varios sectores de la comunidad de Anapoima tuviera que atender los requerimientos de agua por medio de carro tanques.

Debido a que como se mencionó anteriormente adolecen de un abastecimiento energético confiable y presentan cortes de energía constantes. El mercado objetivo se centrara en la vereda de las mercedes en donde se encuentran ubicados grandes condominios que poseen el poder adquisitivo para invertir en este tipo de tecnologías.

El mercado potencial se verá representado en sectores que posean una radiación suficiente para mantener el suministro de energía por medio de un sistema fotovoltaico, por ende se espera poder llegar a la gran mayoría de los municipios que se encuentran en sectores aledaños al desarrollo de nuestro proyecto, estos municipios cuentan con características climáticas similares al del municipio de Anapoima, dentro de los municipios que harían parte de este mercado se puede contar con Melgar, Girardot, Ricaurte, Tocaima y Villeta en las cuales la radiación solar es óptima para poder desarrollar un proyecto de generación eléctrica por sistemas fotovoltaicos. Una vez se abarquen estos sectores se podrá migrar a poblaciones en otros sitios del país.

3.3. INVESTIGACIÓN DE MERCADOS

3.3.1. Demanda. El crecimiento de la demanda de sistemas de generación fotovoltaica a nivel mundial ha crecido en la última década cerca de un 60% con relación a los años anteriores, creciendo al punto de cubrir cerca de un 0.5% de la demanda de energía global, países como China y Estados Unidos han aumentado su demanda de forma considerable.

El crecimiento de las energías renovables en el mundo es un aspecto que se ha valorado de forma considerable y dentro de estas el aumento del uso de la energía fotovoltaica, el mercado Europeo tiene un alto impacto a nivel mundial ya que para el año 2012, más de 12 países tienen una capacidad instalada superior a los 1000MW, dentro de este grupo de países Europeos abanderados en este sector lidera ampliamente Alemania con una capacidad instalada de 32000MW conectados al primer mercado mundial, le sigue Italia con cerca de 16000MW, en la figura se observa la distribución geográfica de la potencia fotovoltaica instalada.

La producción mundial de paneles fotovoltaicos presento un auge muy prometedor entre los años 1998 y 2003, en los cuales se observó un incremento del 27%, los países con mayor representación en crecimiento han sido Alemania con un porcentaje cercano al 41% para el año en mención, el único lugar donde se observó una reducción fue en Estados Unidos, los cuales presentaron una reducción en un porcentaje cercano al 14%, esta reducción se presentó por la quiebra del segundo productor de esta tecnología en este territorio, la producción en el resto del mundo tuvo crecimientos cercanos al 52%, logrando niveles de potencia instalados muy representativos, a continuación se observa el crecimiento en la producción de paneles fotovoltaicos a nivel mundial:

Tabla 5 Producción de paneles FV a nivel mundial.

Región	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Japón	16.40	21.20	35.00	49.00	80.00	128.60	171.22	251.07	363.91
Europa	20.10	18.80	30.40	33.50	40.00	60.66	86.38	135.05	193.35
EUA	34.75	38.85	51.00	53.70	60.80	74.97	100.32	120.60	103.02
RDM	6.35	9.75	9.40	18.70	20.50	23.42	32.62	55.05	83.80
Total	77.60	88.60	125.80	154.90	201.30	287.65	390.54	561.77	744.08

Fuente UPME Doc. ANC603-12 Marzo 2003

En el mundo existen gran cantidad de compañías fabricantes de paneles solares, pero el mercado está concentrado en cinco grandes empresas que distribuyen y fabrican cerca del 60% de estos equipos, en la siguiente tabla se observan las empresas más representativas del sector.

Tabla 6 Compañías productoras de paneles FV a.

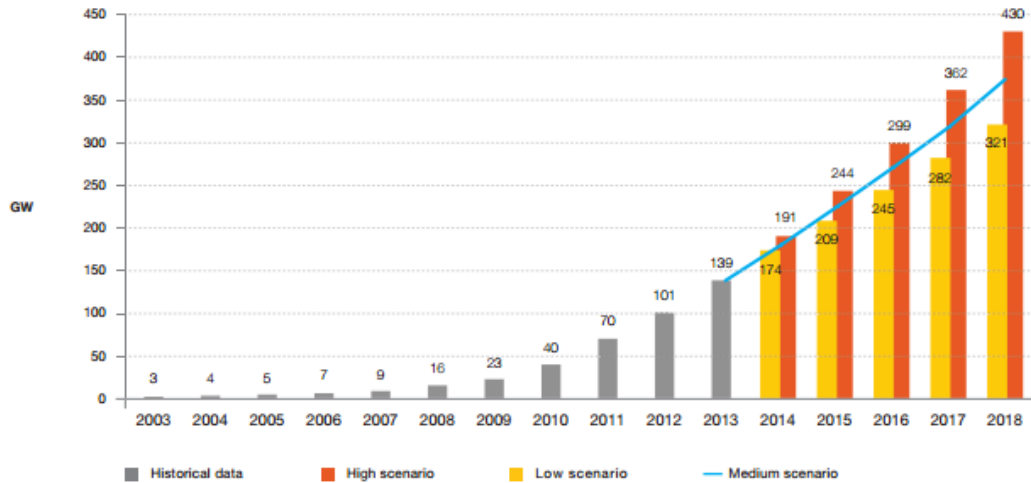
Empresa	Producción anual (MW)				
	1999	2000	2001	2002	2003
Sharp	30.00	50.40	75.02	123.07	198.00
Shell Solar	22.20	28.00	39.00	57.50	73.00
Kyocera	30.30	42.00	54.00	60.00	72.00
BP Solar	32.50	41.90	54.20	73.80	70.23
RWE Schott (was ASE)	10.00	14.00	23.00	29.50	42.00
Mitsubishi	N/A	12.00	14.00	24.00	42.00
Isofoton	6.10	9.50	18.02	27.35	35.20
Sanyo	13.00	17.00	19.00	35.00	35.00
Q-Cells	-	-	-	-	28.00
Photowatt	10.00	14.00	14.00	17.00	20.00
AstroPower	12.00	18.00	26.00	29.70	17.00
Total	166.10	246.80	336.24	476.92	632.43
Total mundial	201.30	287.65	390.50	561.77	744.08

Fuente UPME Doc. ANC603-12 Marzo 2003

En el año 2012 se tenían instalados en Colombia 6 MW de energía solar (equivalente a 78,000 paneles solares aproximadamente), de los cuales el 57% está distribuido para aplicaciones rurales y el 43 % restante es empleado para torres de comunicación y sistemas de señalización de tránsito¹². Teniendo en cuenta el crecimiento de la demanda de energía alrededor de 1.5% para la región central y el crecimiento de la demanda de módulos fotovoltaicos a nivel mundial, pasando de un 12% anual para el 2013 a un 50% en el 2014; se estima un potencial de ventas para los sistemas de suministro de energía fotovoltaica en el año 2016 de 10 sistemas para el sector de condominios en Anapoima Cundinamarca, basados en el panel de ejecutivos de la compañía y las expectativas de los usuarios entrevistados en el condominio Santa Helena de los Virreyes en Anapoima, con un nivel socioeconómico y poder adquisitivo alto que permite accesibilidad a estos sistemas.

¹² ARROYO CASAS, Erika Liliana. GAMBOA ROJAS, Sandra Consuelo. "Factibilidad para la creación de una empresa comercializadora de paneles solares productores de energía fotovoltaica para unidades industriales en los municipios de Vélez, Barbosa y puente nacional Santander". Tesis profesional de Gestión Empresarial. Bucaramanga. UIS. 2014

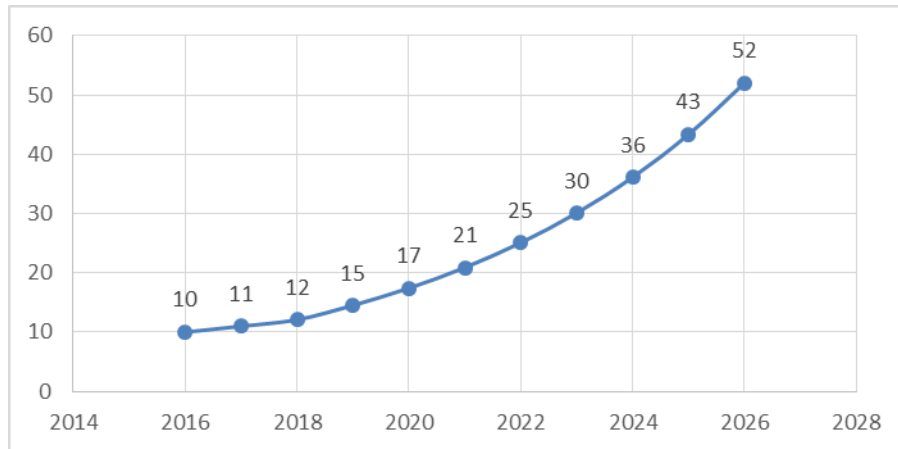
Figura 13 Escenario evolutivo del mercado mundial en sistema fotovoltaicos hasta el 2018.



Fuente: Global Market Outlook EPIA's

Teniendo en cuenta el crecimiento y la estimación del mercado de sistemas fotovoltaicos a nivel mundial hasta el año 2018 (Figura 13), sumado al consumo de energía eléctrica mencionado anteriormente, los costos y racionamientos de la misma y la disminución en los precios de la implementación de sistemas fotovoltaicos; se estima un crecimiento anual de ventas del 10%, y una expansión a los sectores mencionados como mercado potencial en 4 años aumentando las ventas a partir de este año un 20% (Figura 14), soportado igualmente en el aumento de la población de Anapoima en un promedio de 2.72% anualmente.

Figura 14 Proyección ventas Gamma Lab



3.3.2. Oferta – Situación actual de la competencia. Se revisan los diferentes proveedores de estas soluciones eléctricas de sistemas fotovoltaicos y se encuentra que suministran desde los equipos hasta el diseño completo de un sistema para proyectos residenciales e industriales, sin embargo se han centrado en ofrecer estos servicios en las principales ciudades del país, lo que diferencia de la empresa Gamma Lab que se enfocara en brindar esta soluciones para las casas de zonas rurales.

Se estudiaron los precios de estas empresas como proveedores encontrando una buena opción en caso de requerir equipos en donde los costos de importación se hubieran incrementado, así mismo se revisaron los costos ofrecidos por realizar diseño y montaje de proyectos completos para áreas residenciales bajo las mismas condiciones a las ofrecidas por la empresa Gamma Lab, encontrando que la empresa ofrece precios competitivos e inferiores a la competencia directa; adicional a esto se cuenta con una mejor oferta de equipos por características y rendimiento, lo cual brindaría una mayor oportunidad en el mercado ofreciendo ventajas representativas sobre los competidores al prestar un servicio personalizado lo que genera mayor confianza a los clientes.

Las empresas competencia que se tuvieron en cuenta son Alta Ingeniería, Ambiente soluciones, Cartagena Solar, Energía y Movilidad, Energías Alternas, Solutechnia, Smart Ecopower y Smart Green.

A continuación se muestra un análisis de las características que presenta la empresa Gamma Lab frente a sus competidores.

Tabla 7 Matriz DOFA

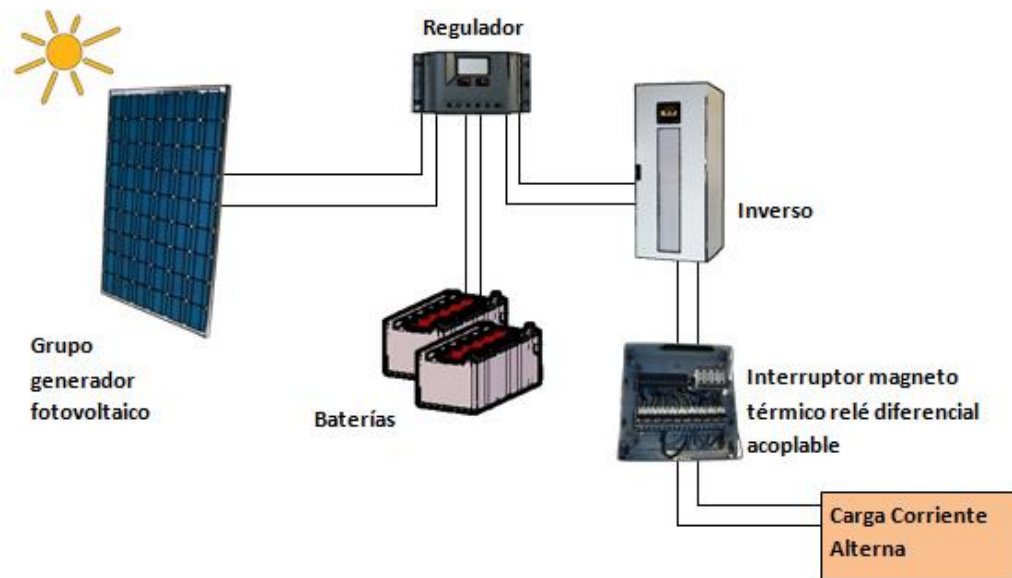
Matriz DOFA	Debilidades <ul style="list-style-type: none"> • No tener posicionamiento en el mercado a nivel nacional • Liquidez modesta Proyectos residenciales • Falta de experiencia en el desarrollo de este tipo de proyectos. 	Fortalezas <ul style="list-style-type: none"> • Disminución del costo de los equipos • Diseño y ajuste al cliente • Mantenimiento personalizado • Talento humano calificado • Mejores equipos del mercado y tiempo de garantía
Amenazas <ul style="list-style-type: none"> • Marco normativo inestable. • Aumento en los costos de importación • Entrada de competidores a la región • Economía cambiante en el país 	Estrategias DA <ul style="list-style-type: none"> • Lograr top of mind. • Generar políticas de crecimiento y diseño de proyectos más grandes. • Tener políticas claras en los contratos de las normas que se siguen en los proyectos. 	Estrategias FA <ul style="list-style-type: none"> • Crear alianzas estratégicas con los fabricantes de los equipos necesarios. • Potencializar el servicio personalizado y generar recordación por ello.
Oportunidades <ul style="list-style-type: none"> • Atender la demanda creciente • Ausencia de competidores en la región • Racionamiento eléctrico. • Beneficios tributarios y económicos. 	Estrategias DO <ul style="list-style-type: none"> • Impulsar un plan de mercadeo. • Crecimiento de la compañía en proyectos de mayor tamaño e impulsar a nivel industrial. • Alianzas estratégicas con otros proveedores de servicios 	Estrategias FO <ul style="list-style-type: none"> • Aprovechar el crecimiento de los mercados para minimizar costos • Crear plan de conocimiento de la tecnología y sus ventajas. • Implementación de las mejoras tecnológicas que se están brindando constantemente para este tipo de mercados

4. ESTUDIO TECNICO

4.1. PRODUCTO

Con el enfoque que se estableció en el capítulo anterior tenemos que los sistemas a diseñar estarán basados en un consumo promedio para un hogar de 4 personas 329KW/h mes por lo cual se plantea un sistema de capacidad media bajo la siguiente configuración Figura 15.

Figura 15 Esquema general sistema Fotovoltaico aislado



Fuente: Gamma Lab Colombia

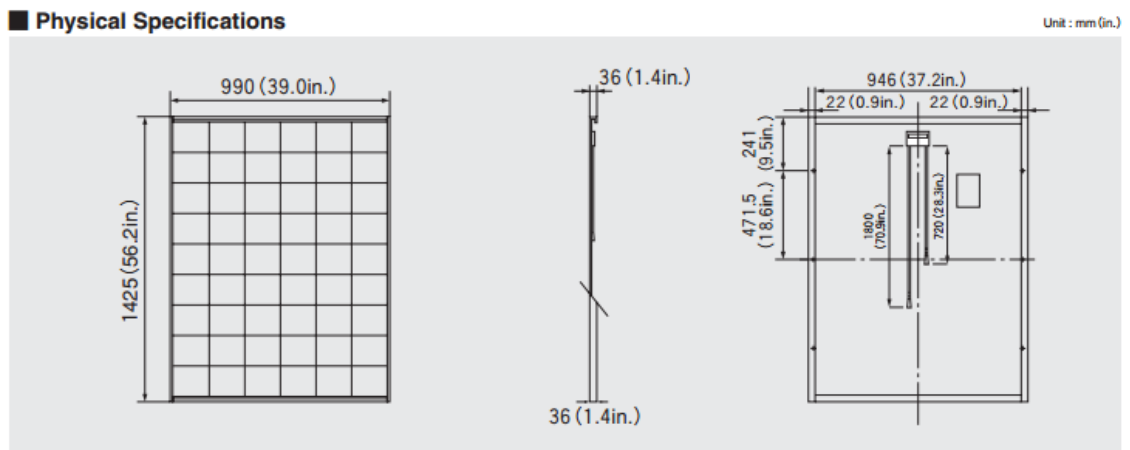
Bajo este esquema y los cálculos de las cargas nominales del sistema con el consumo y autonomía que debe tener el mismo, se plantea un requerimiento de 6 paneles solares, 6 baterías, un controlador, un inversor (todos estos componentes con las características necesarias para suplir la potencia requerida bajo los cálculos realizados), gabinetes eléctricos y cableado, sin embargo se debe tener

en cuenta que estos cálculos pueden variar según los requerimientos del cliente en cada aplicación.

Para la disposición de estos materiales se debe disponer de una bodega que cuente con espacio suficiente para el almacenamiento de 20 paneles solares y 10 baterías con características estándar que se pueden manejar para diferentes aplicaciones y 4 reguladores que manejen 4 diferentes amperajes que permitan un amplio rango de acción.

Con las dimensiones de los paneles Figura 16, que son el equipo más grande del sistema, las baterías con dimensiones de largo 51 cm, alto 27 cm, ancho 22 cm y los reguladores con dimensiones de 34,3 x 14,6 x 10,2 cm se estima una bodega de 4 metros por 4 metros en donde se almacenaran estos equipos mencionados. Actualmente las instalaciones de la empresa cuentan con espacio físico disponible para la bodega por lo cual no habrá impacto en las demás áreas de diseño y fabricación de la empresa ni impacto ambiental al implementar la nueva línea de negocio.

Figura 16 Especificaciones físicas panel solar KC200GT de Kyocera



Fuente: Datasheet Kyocera

4.2. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y EQUIPOS

La ejecución del proyecto no requerirá la adquisición de un terreno ya que la operación de esta nueva línea de negocio podrá ser dentro de las instalaciones de la empresa Gamma Lab, donde se cuenta con una bodega que permite su ejercicio, sin embargo se requieren unas adecuaciones dentro de la bodega para disponer los materiales en stock.

Por el concepto que maneja la nueva línea de negocio de la empresa, esta no demandará una inversión alta de maquinaria y equipos, ya que los proyectos que se desarrollaran dependerán de las necesidades del cliente y las adquisiciones para los mismos se harán a medida que se implementen, sin embargo se requerirán herramientas de mano para el montaje de los sistemas en las instalaciones del cliente y equipos para el estudio de irradiancia, como voltímetro, taladro, medidor de irradiancia, entre otras. No se requiere adquirir vehículos adicionales para transportar los equipos ya que la empresa cuenta con la disponibilidad de los mismos.

En el estudio financiero se especifican y detallan las herramientas requeridas para realizar la instalación y puesta en marcha de los sistemas, adicional a eso se ubica el valor comercial actual de cada equipo y las cantidades a adquirir.

4.3. PERSONAL TÉCNICO

La empresa cuenta actualmente con un grupo de ingenieros con los cuales se realizan las tareas de diseño e implementación de los proyectos que se comercializan, adicional a este personal la empresa requerirá la contratación de dos técnicos electromecánicos los cuales serán los encargados de realizar la parte de instalación y servicio postventa de los sistemas fotovoltaicos.

A continuación se detalla el personal adicional que requiere la empresa para la implementación de esta nueva línea de negocio.

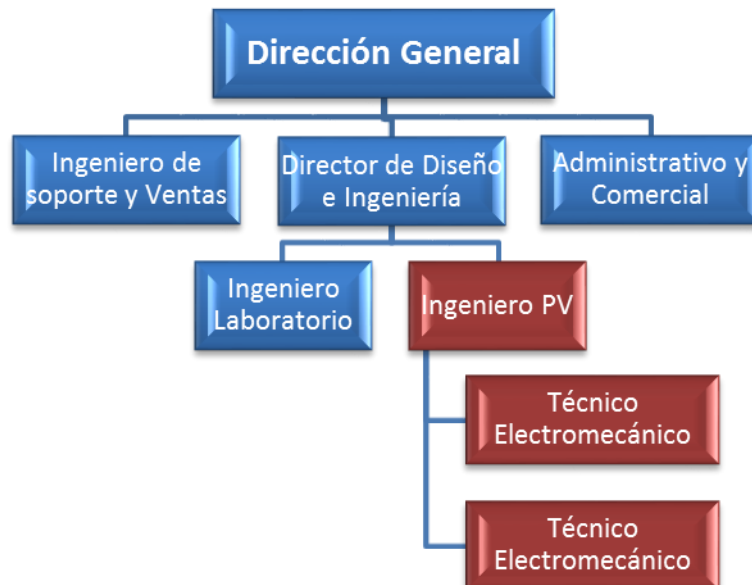
Tabla 8 Personal técnico requerido.

Cargo	Cantidad	Especialidad
Director de diseño e ingeniería	1	Ingeniero Electrónico / Eléctrico
Ingeniero de soporte y Ventas	1	Ingeniero Electrónico / Eléctrico
Técnico de Instalación	2	Tecnólogo en Electromecánica

Fuente Gamma Lab

La estructura organizacional de la compañía está implementada desde hace varios años y la inclusión de este proyecto pretende ampliar horizontalmente el organigrama, el cual se encuentra encabezado por el director general y seguidos por el director de ingeniería y desarrollo y como área de soporte el ingeniero de ventas y soporte técnico, tal y como observamos en la Figura 17.

Figura 17 Organigrama Gamma Lab



El cargo de director general ya está establecido en la compañía, y está en cabeza del ingeniero Daniel Florian, dueño de la empresa, para los tres cargos resaltados dentro del organigrama se debe realizar la contratación respectiva; para tal caso se debe realizar una convocatoria laboral donde se exponen las vacantes, basados en los requerimientos de formación académica y experiencia que apliquen para cada perfil. Las vinculaciones laborales que realiza Gamma Lab están regidas bajo el código sustantivo del trabajo y la modalidad de contrato es indefinido con un periodo de prueba de dos meses.

4.4. SERVICIO AL CLIENTE

Para la implementación del proyecto se tendrá en cuenta que el área comercial deberá realizar un barrido de la zona de interés con la finalidad de estudiar y cubrir los intereses y expectativas del cliente, basado en esto el departamento de ingeniería realiza las propuestas técnicas al cliente, con ellas el cliente deberá generar la orden de compra de la propuesta que mejor se adapte a su presupuesto y necesidades. Una vez recibida la orden de compra se realizan las adquisiciones, como fabricación y compra de gabinetes y equipos; se llevan a cabo las pruebas funcionales de los equipos adquiridos, posteriormente se hace la implementación y pruebas del sistema en el lugar acordado en el contrato con el cliente, finalmente se hace entrega formal del proyecto para facturación y evaluación de satisfacción, en el siguiente flujograma se observa la secuencia de actividades a realizar.

Figura 18 Flujograma servicio al cliente Gamma Lab



5. ESTUDIO FINANCIERO

5.1. INVERSIONES

Las inversiones mencionadas a continuación comprenden los recursos físicos y financieros que se requieren para llevar a cabo el proyecto.

5.1.1. Inversión Fija. Las inversiones fijas hacen referencia a los terrenos, muebles, equipos e instrumentos que se requieren para el proyecto.

Tabla 9 Inversiones Fijas.

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Luxómetro	2	\$150,000	\$300,000
Multímetro Fluke	2	\$300,000	\$600,000
Herramienta menor Stanley	2	\$250,000	\$500,000
Pinza Voltiamperimétrica AC - DC Kyoritsu	1	\$1,200,000	\$1,200,000
Taladro + atornillador Milwaukee	2	\$419,900	\$839,800
Gabinete rodante 18" Stanley	2	\$99,900	\$199,800
Adecuaciones	1	\$5,000,000	\$5,000,000
TOTAL			\$8,639,600

Fuente proveedores

5.1.2. Inversión diferida. Harán parte de la inversión diferida los gastos para publicidad, papelería e imprevistos que puedan presentar.

Tabla 10 Inversiones Diferidas.

Descripción	Valor Total
Papelería	\$300,000
Publicidad	\$8,000,000
Imprevistos	\$1,000,000
TOTAL	\$9,300,000

Fuente proveedores

5.1.3. Inversión total. La inversión requerida para poner en marcha una nueva línea de negocio en la empresa Gamma Lab es:

Tabla 11 Inversión Total

Inversión	Valor
Inversión Fija	\$8,639,600
Inversión Diferida	\$9,300,000
TOTAL	\$17,939,600

5.1.4. Fuentes de financiación. La empresa se financiara con recursos propios provenientes de los demás negocios que esta maneja y que le brindara la liquidez requerida para poder solventar esta línea.

5.2. GASTOS

Los gastos hacen referencia a los rubros compartidos con las demás actividades de la empresa como son gastos de administración, papelería y cafetería.

Tabla 12 Gastos

Descripción	Valor Mensual	Valor Anual
Salarios administración y Ventas	\$4,948,495	\$59,381,940
Papelería	\$1,300,000	\$15,600,000
Cafetería	\$800,000	\$9,600,000
Costo de oportunidad Bodega	\$600,000	\$7,200,000
Mantenimiento Equipos	\$100,000	\$1,200,000
Servicios públicos	\$18,000	\$216,000
Insumos Aseo	\$20,000	\$240,000
Depreciación	\$32,326	\$387,912
TOTAL		\$ 93,825,852

5.3. COSTOS

Los costos asociados a la realización de un proyecto de sistema fotovoltaico se desglosan a continuación, se debe tener en cuenta que los costos y duración puede variar según la potencia requerida por el cliente y el sitio de instalación. Los costos mostrados a continuación se basan en un proyecto que suministra 329Kw/h y la realización tiene una duración de 20 días enfocado en el mercado objetivo:

Tabla 13 Costos

Descripción	Valor
Materiales Principales	\$ 16,003,855
Materiales Eléctricos	\$ 2,343,578
Gastos Transporte	\$559,000
TOTAL	\$18,906,433

5.4. MANO DE OBRA DIRECTA**Tabla 14 Mano de obra**

Descripción	Valor Mensual	Valor Mensual aportes	Valor Anual
Ingeniero	\$3,500,000	\$5,314,820	\$63,777,840
Técnico	\$1,200,000	\$1,822,224	\$21,866,688
Técnico	\$1,200,000	\$1,822,224	\$21,866,688
TOTAL	\$4,000,000	\$8,959,268	\$107,511,216

5.5. PRECIO DE VENTA

Para el precio de venta se tendrá en cuenta un margen de utilidad del 26% el cual brinda un precio alcanzable para los clientes que hacen parte del mercado objetivo y que este lo puede ver retribuido en el tiempo.

$$\text{Precio Venta} = \frac{\text{Costo Unitario}}{1 - \text{Margen de utilidad}} = \frac{\$27,271,634}{1 - 0.26} = \$ 36,853,559$$

Ajustando este valor el precio de venta sería de \$36.854.000

5.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Los valores para calcular el flujo de caja que se tuvieron en cuenta son:

Impuestos 34%

Tasa de oportunidad 20%, ya que este el margen de contribución que tienen los demás proyectos y líneas de negocio de la empresa.

Cuentas por cobrar 25% de las ventas totales

Flujo de caja	Periodo 0	1	2	3	4	5
Unidades		10	11	12	15	17
Flujos positivos						
Ventas		\$ 368,540,000	\$ 405,394,000	\$ 445,933,400	\$ 535,120,080	\$ 642,144,096
CXC		\$ -92,135,000	\$ -101,348,500	\$ -111,483,350	\$ -133,780,020	\$ -160,536,024
Pago CXC		\$ -	\$ 92,135,000	\$ 101,348,500	\$ 111,483,350	\$ 133,780,020
Total Ingresos		\$ 276,405,000	\$ 396,180,500	\$ 435,798,550	\$ 512,823,410	\$ 615,388,092
Flujos negativos						
Depreciación		\$ 427,920	\$ 427,920	\$ 427,920	\$ 427,920	\$ 427,920
Costos		\$ 189,064,330	\$ 207,970,763	\$ 228,767,839	\$ 274,521,407	\$ 329,425,689
Mano de obra		\$ 107,511,216	\$ 107,511,216	\$ 107,511,216	\$ 107,511,216	\$ 107,511,216
Gastos		\$ 93,825,852	\$ 93,825,852	\$ 93,825,852	\$ 93,825,852	\$ 93,825,852
Utilidad antes de impuestos		\$ -114,424,318	\$ -13,555,251	\$ 5,265,723	\$ 36,537,015	\$ 84,197,415
Impuestos de renta		\$ -	\$ -	\$ 1,790,346	\$ 12,422,585	\$ 28,627,121
Utilidad después de impuestos		\$ -114,424,318	\$ -13,555,251	\$ 3,475,377	\$ 24,114,430	\$ 55,570,294
costos no desembolsables		\$ 427,920	\$ 427,920	\$ 427,920	\$ 427,920	\$ 427,920
FNE operación		\$ -113,996,398	\$ -13,127,331	\$ 3,903,297	\$ 24,542,350	\$ 55,998,214
Flujos adicionales						
Inversión	\$ -17,939,600					
Recuperación Económica						
FNE Anual	\$ -17,939,600	\$ -113,996,398	\$ -13,127,331	\$ 3,903,297	\$ 24,542,350	\$ 55,998,214

Flujo de caja	6	7	8	9	10	11
Unidades	21	25	30	36	43	52
Flujos positivos						
Ventas	\$ 770,572,915	\$ 924,687,498	\$ 1,109,624,998	\$ 1,331,549,997	\$ 1,597,859,997	\$ 1,917,431,996
CXC	\$ -192,643,229	\$ -231,171,875	\$ -277,406,249	\$ -332,887,499	\$ -399,464,999	\$ -479,357,999
Pago CXC	\$ 160,536,024	\$ 192,643,229	\$ 231,171,875	\$ 277,406,249	\$ 332,887,499	\$ 399,464,999
Total Ingresos	\$ 738,465,710	\$ 886,158,852	\$ 1,063,390,623	\$ 1,276,068,748	\$ 1,531,282,497	\$ 1,837,538,997
Flujos negativos						
Depreciación						
Costos	\$ 395,310,826	\$ 474,372,992	\$ 569,247,590	\$ 683,097,108	\$ 819,716,529	\$ 983,659,835
Mano de obra	\$ 107,511,216	\$ 107,511,216	\$ 107,511,216	\$ 107,511,216	\$ 107,511,216	\$ 107,511,216
Gastos	\$ 93,825,852	\$ 93,825,852	\$ 93,825,852	\$ 93,825,852	\$ 93,825,852	\$ 93,825,852
Utilidad antes de impuestos	\$ 141,817,816	\$ 210,448,793	\$ 292,805,965	\$ 391,634,572	\$ 510,228,900	\$ 652,542,093
Impuestos de renta	\$ 48,218,057	\$ 71,552,590	\$ 99,554,028	\$ 133,155,754	\$ 173,477,826	\$ 221,864,312
Utilidad después de impuestos	\$ 93,599,759	\$ 138,896,203	\$ 193,251,937	\$ 258,478,817	\$ 336,751,074	\$ 430,677,781
costos no desembolsables	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FNE operación	\$ 93,599,759	\$ 138,896,203	\$ 193,251,937	\$ 258,478,817	\$ 336,751,074	\$ 430,677,781
Flujos adicionales						
Inversión						
Recuperación Económica						\$ 250,000,000
FNE Anual	\$ 93,599,759	\$ 138,896,203	\$ 193,251,937	\$ 258,478,817	\$ 336,751,074	\$ 680,677,781

A continuación se muestran los indicadores evaluados para este proyecto y el análisis de los mismos.

VPN	\$ 134,082,182
TIR	38.40%

El valor presente neto resultante por la implementación de la nueva línea de negocios es de \$ 134,082,182 por lo cual se considera un proyecto con una buena rentabilidad y factible de realización .

Igualmente al analizar la tasa interna de retorno arroja un valor mayor a la tasa de descuento estimada como el costo de oportunidad del capital de inversión para el proyecto, lo que representa la rentabilidad mínima que este exigirá dadas sus opciones de inversión alternativas, por lo tanto el proyecto supera la rentabilidad esperada por el cliente siendo viable.

Como puede verse, la evaluación económica arroja un balance positivo, mostrando valores convenientes para el inversionista, lo que muestra que el proyecto es financieramente viable.

6. CONCLUSIONES

Una vez finalizado este estudio se puede concluir que el mercado de sistemas fotovoltaicos está en desarrollo y permite la incursión de nuevos competidores para suplir las necesidades de demanda que se evidencian a lo largo del territorio nacional, y específicamente para el sector donde se ha realizado el estudio, además de tener gran aceptación dentro de los consumidores.

Se evidenció mediante el estudio de mercado que la oferta mundial en la fabricación de sistemas fotovoltaicos está aumentando, 28% en un año, sumado a la disminución en los costos de producción alrededor del 80% comparado con los niveles del año 2007 y que los países del primer mundo están invirtiendo en estas tecnologías, lo que permite el desarrollo continuo de nuevos materiales, garantizando la calidad, el soporte y la mejora continua en la ingeniería de estos sistemas, permitiendo una buena oferta de equipos y soporte a los clientes.

Igualmente basados en el estudio de mercado se logró determinar una proyección de ventas para los próximos diez años, la cual se definió bajo el crecimiento poblacional del mercado objetivo, de los mercados potenciales y de la demanda energética de los mismos, asegurando un buen potencial de proyectos a desarrollar en las zonas de estudio, iniciando con 10 proyectos anuales y al finalizar los diez años un total de 52 proyectos anuales.

Mediante el análisis de la matriz DOFA se determinó que aunque la empresa presenta algunas debilidades como el poco posicionamiento en el mercado de los sistemas fotovoltaicos, las oportunidades de ingresar en este mercado son favorables, debido a que cuenta con personal técnico capacitado e idóneo para las labores a desarrollar, precios competitivos que se ofrecen y equipos de la mejor

calidad; además se cuenta con las condiciones de la demanda del mercado que están dadas para el ingreso de nuevos de oferentes.

Aunque la normatividad legal en Colombia esta aun en desarrollo en este tema, si es claro que el gobierno colombiano ha promovido e impulsado el desarrollo y uso de energías renovables dando incentivos tributarios como exclusión de IVA y deducción de renta líquida. Las normas y leyes actuales están mas fundamentadas en los requerimientos técnicos que deben tener este tipo de proyectos, basados en ensayos y pruebas que se han realizado en otros lugares del mundo adaptadas a nuestro entorno, por lo cual la empresa Gamma Lab cumple con lo estipulado legalmente para la implementación de estos sistemas, además de seguir normatividades internacionales de calidad para la elección de equipos a usar.

El estudio técnico evidencia que la infraestructura dispuesta por la empresa Gamma Lab permite el ejercicio adecuado de las funciones de la nueva línea de negocios a desarrollar dentro de las instalaciones de la empresa, asimismo como los conocimientos técnicos en el área y soporte a clientes que ha manejado con las otras líneas de productos.

La inversión realizada no tiene mayor riesgo, ya que según los indicadores de la evaluación económica analizados es altamente factible y rentable abrir una nueva línea de negocio bajo las condiciones expuestas, con una tasa interna de retorno de 38.40% y un valor presente neto de \$ 134,082,182, lo que conjuntamente brinda beneficios económicos a la empresa /socio y fomenta la generación de empleo.

En la evaluación financiera se evidencio que la inversión inicial no es muy alta a pesar de que se requiere la adquisición de la herramienta, enseres e insumos necesarios para la ejecución de los proyectos y que los gastos administrativos se

comparten con otras líneas de negocio de la empresa, por lo tanto la recuperación de la misma se da en el segundo año permitiendo tener ganancias pronto y liquidez para crecer en el sector.

Igualmente se lograron identificar los gastos y costos en que se incurriría para la implementación de un sistema fotovoltaico y su puesta en marcha con lo que se consiguió definir el precio de venta estimado para un proyecto residencial estándar, el cual es de \$36,854,000.

Para finalizar se concluye que existen las condiciones favorables, dentro del estudio de pre-factibilidad, que permiten el libre desarrollo de la nueva línea de negocio en sistemas fotovoltaicos de la empresa Gamma Lab, sin embargo se recomienda para el estudio de factibilidad realizar un análisis de sensibilidad con escenarios optimistas y pesimistas que permitan una evaluación más precisa, disminuyendo así la incertidumbre de la inversión.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA DE ANAPOIMA. Anuncios [en línea] [Citado el 10 de Enero del 2015].disponible en: <http://anapoima-cundinamarca.gov.co/index.shtml>

ÁLVAREZ ÁLVAREZ, Carlos Andrés y SERNA ALZATE, Francisco Javier. Normatividad sobre Energía Solar Térmica y Fotovoltaica. Medellín, 9 de noviembre de 2012.

ANGLÉS ORTIZ, Rafael E. GONZÁLEZ DEIBE, Alejandra A. MOSCOSO MEJÍA, Griega A. VEGA ALDANA, Carlos A. “Energía renovable en Colombia”. Madrid-España, 23 de Junio de 2008

ARROYO CASAS, Erika Liliana. GAMBOA ROJAS, Sandra Consuelo. “Factibilidad para la creación de una empresa comercializadora de paneles solares productores de energía fotovoltaica para unidades industriales en los municipios de Vélez, Barbosa y puente nacional Santander”. Tesis profesional de Gestión Empresarial. Bucaramanga. UIS. 2014

BETANCUR, Luis Ignacio. Energías Renovables Marco Jurídico en Colombia. Perspectiva 69 edición 21 2009.

CADENA, Angela. Requisitos y Propuestas para el Desarrollo de las Fuentes de Energía Nuevas y Renovables Colombia. Revista de ingeniería UNIANDES. 2011.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA -Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) Atlas de Radiación Solar de Colombia. Bogotá: UPME - IDEAM.2005.

CULVER, Nicholas. The Cost Landscape of Solar and Wind. Bloomberg New Energy Finance. Enero 2015.

ECONOTECNIA. Historia de los paneles solares. [En línea] [citado 31 Enero 2015] Disponible en: <http://econotecnia.com/historia-de-los-paneles-solares.html>

INSTITUTO DE ENERGÍA SOLAR ETSI TELECOMUNICACIÓN. Universal Technical Standard for Solar Home Systems” Thermie B SUP 995-96, EC-DGXVII, 1998.. Madrid, España.

MASSON, Gaëtan (iCARES Consulting), ORLANDI Sinead y REKINGER, Manoël. Global market outlook for photovoltaics 2014-2018.

PINTO SIABATO, Flavio. Energías renovables y desarrollo sostenible en zonas rurales de Colombia. El caso de la vereda Carrizal en Sutamarchán. 2004.

RODRÍGUEZ MURCIA, Humberto. Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. #28 revista de ingeniería. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. rev.ing. ISSN. 0121-4993. Noviembre de 2008.

SIMEC. Normalización de energía [en línea] [Citada el 24 de abril de 2015] disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Home/NormastecnicasdelaFNCE/tabid/81/language/es-ES/Default.aspx>

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Costos energéticos de generación eléctrica en Colombia Abril 2005

UPME. Adaptación Al Cambio Climático Energía “Vulnerabilidad y opciones de adaptación del sector energético colombiano frente al cambio climático”. [en línea] [citado 05 de junio de 2015] disponible en: <http://www1.upme.gov.co/demanda-y-eficiencia-energetica>.

UPME. Incentivos tributarios. [en línea] [citado 05 de junio de 2015] disponible en: <http://www1.upme.gov.co/demanda-y-eficiencia-energetica>.

VALER M L. Roberto. Curso de actualización: Aplicaciones Productivas De La Energía Solar Parte 3: La energía solar fotovoltaica. Cusco, 02 de noviembre de 2010.

XM S.A. E.S.P. Presentación en el año 2013 el Sistema Interconec: [citado el 02 de Abril 2015].disponible en: <http://informesanuales.xm.com.co/2013/SitePages/operacion/1-1-Presentacion.aspx>