

**Propuesta del diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial portal del sol de la ciudad de Bogotá para demostrar los beneficios sociales, económicos y ambientales de su implementación.**

Jennifer Blanco, Yenny Gómez & José Colmenares  
Diciembre 2019.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios  
Proyecto de grado – Especialización en Gestión de Proyectos

**Propuesta del diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial portal del sol de la ciudad de Bogotá para demostrar los beneficios sociales, económicos y ambientales de su implementación.**

Jennifer Blanco Castillo, Yenny Yassiris Gómez Pinilla y  
José Daniel Colmenares  
Trabajo de Grado para optar por el título de:  
Especialista en Gestión de Proyectos  
Diciembre 2019

Director  
William Oswaldo Ortega Criollo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios  
Proyecto de Grado – Especialización Gestión de Proyectos

Copyright © 2019 por Jennifer Blanco, Yenny Gómez & José Colmenares. Todos los derechos reservados.

## **Dedicatoria**

A aquellas personas que me impulsaron y que confiaron en mí, mostrándome que era capaz de alcanzar esta meta.

A mis padres, esposo e hijos por su apoyo siempre incondicional en todas las metas que emprendo en mi vida, gracias a ustedes todas se cumplen con éxito.

## Agradecimientos

*A cada uno de mis compañeros que a pesar de las adversidades siempre mostraron compromiso y dedicación en sacar adelante este proyecto aplicado. A cada uno de nuestros familiares por su apoyo y amor incondicional.*

*Jennifer Blanco Castillo*

*A Dios por darme la oportunidad de iniciar y culminar la especialización, a mis compañeras por ser un gran equipo de trabajo, llenas de compromiso y disciplina, a mi novia por sus palabras de aliento, su compañía y apoyo incondicional.*

*José Daniel Colmenares*

*A mi esposo Héctor Torres, mis hijos Klivert y Thiago Torres por su amor, apoyo y paciencia en mis ausencias, a mis familiares por su compañía y motivación, a mis compañeros por su trabajo en equipo y solidaridad conmigo y a Dios que es mi guía y quien hace posible todo en mí vida.*

*Yenny Yassiris Gómez Pinilla*

## Resumen

Las fuentes de energía corresponden a recursos naturales renovables y no renovables que han venido siendo explotados mediante el desarrollo de diferentes tecnologías. Dicha explotación de las energías las convierte en un bien de consumo necesario para el desarrollo social de la humanidad y el mundo moderno y más aún en un aporte en términos de economía y beneficio ambiental, ya que la energía cada vez será más difícil de conseguir y su valor cada vez será mayor. Por esto el hombre en su necesidad de encontrar nuevas fuentes de energía, ha desarrollado la energía solar fotovoltaica como una alternativa viable para el aprovechamiento de una fuente inagotable de energía como es el sol.

El mundo entero se tiene que dar cuenta del impacto ambiental que cada uno está generando, aun mas deben diseñar estrategias o acciones que contribuyan a mejor este daño al medio ambiente.

Que mejor estrategia que empezar por casa y ¿Por qué no diseñar nuestro propio sistema de alumbrado público para nuestros barrios o conjuntos residenciales utilizando energías renovables?, como lo menciono Napoleón: *“si no puedes hacer grandes cosas, haz pequeñas cosas de una gran manera”*

## **Abstract**

Energy sources correspond to renewable and non-renewable natural resources that have been exploited through the development of different technologies. This exploitation of energy makes them a necessary consumer good for the social development of humanity and the modern world and even more so in a contribution in terms of economy and environmental benefit, since energy will be increasingly difficult to achieve and its value will be increasingly greater. This is why the man in his need to find new sources of energy, has developed photovoltaic solar energy as a viable alternative for the use of an inexhaustible source of energy such as the sun.

The whole world has to realize the environmental impact that each one is generating, even more must design strategies or actions that contribute to better this damage to the environment. What better strategy than to start at home and why not design our own public lighting system for our neighborhoods or residential complexes using renewable energy? As Napoleon mentioned: "If you can't do great things, do small things in a great way "

## Tabla de Contenidos

Título .....	1
Introducción .....	2
Capítulo 1 .....	3
Definición del problema .....	3
Antecedentes .....	3
Área problemática o contexto de la investigación.....	4
Análisis del problema .....	6
Formulación del Problema .....	7
Alcance y delimitación.....	7
Objetivos .....	8
Objetivo General .....	8
Objetivos Específicos.....	8
Justificación.....	9
Hipótesis.....	10
Marco Referencial .....	10
Marco Teórico .....	10
Marco Legal.....	20
Marco Geográfico.....	21
Marco Conceptual.....	25
Estado de Arte .....	26
Capítulo 2 .....	34
Diseño de la Investigación.....	34
Tipo de Investigación .....	35
Metodología .....	35
Población y Muestra.....	38
Diseño de variables .....	38
Recolección de información .....	39
Capítulo 3 .....	43
Administración del proyecto .....	43
Acta de constitución del proyecto .....	43
Plan de gestión de la calidad .....	46
Plan de gestión de riesgos .....	49
Plan de comunicaciones .....	50
Participantes del proyecto .....	51

Recursos Humanos .....	52
Institucionales .....	53
Presupuesto .....	53
Cronograma de evaluación .....	54
Capítulo 4 .....	55
Resultado de la investigación.....	55
Informe resultado trabajo de campo .....	55
Comparación entre energía convencional Vs energía renovable.....	55
Análisis de datos y discusión de resultados .....	56
Beneficios ambientales, sociales y económicos de un sistema fotovoltaico .....	56
Componentes y diseño del sistema.....	59
Beneficios económicos para los residentes del conjunto .....	62
Como Codensa recibiría beneficios del proyecto.....	62
Proveedores de sistemas fotovoltaicos .....	77
Manual de mantenimiento y soporte del sistema .....	77
Lista de referencia.....	82
Apéndice y anexos.....	86

## **Listado de Tablas**

Tabla 1 - Conceptos de electricidad .....	10
Tabla 2 - Matriz de Marco Lógico .....	25
Tabla 3 - Gestión de la Calidad en el proyecto .....	49
Tabla 4 - Tabla de Involucrados .....	52
Tabla 5 - Recursos Disponibles .....	52
Tabla 6 - Presupuesto .....	53
Tabla 7 - Cuadro comparativo energía convencional Vs energía renovable .....	55

## Listado de ilustraciones

Ilustración 1 - Factura de Codensa Agosto. Conjunto Residencial Portal del Sol.....	4
Ilustración 2 - Diagrama causa - efecto.....	6
Ilustración 3 - Árbol de problemas.....	6
Ilustración 4 - Árbol de objetivos.....	6
Ilustración 5 - regiones con mayor disponibilidad de energía solar .....	15
Ilustración 6 - Mapa de radiación en Colombia .....	15
Ilustración 7 - Promedio mensual de irradiación en la principales ciudades del país (Wh/m <sup>2</sup> por día) .....	16
Ilustración 8 - Marco Normativo Relacionado con Energía Renovables en Colombia.....	20
Ilustración 9 - Mapa calidad del aire 1:15 pm 16 de Oct .....	21
Ilustración 10 -Mapa calidad del aire 6:15 pm 28 de Oct .....	21
Ilustración 11 - Ubicación Conjunto Portal del Sol .....	22
Ilustración 12 - Planos curaduria conjunto residencial Portal del Sol.....	23
Ilustración 13 - Planos eléctricos ubicación postes de luz .....	23
Ilustración 14 - Distancia entre los postes de luz .....	24
Ilustración 15 - Postes actuales de luz. Altura 4mt aprox. ....	24
Ilustración 16 - Mapa mental paneles solares .....	26
Ilustración 17 - Fases del proyecto.....	34
Ilustración 18 - Pregunta 1 de la encuesta.....	39
Ilustración 19 - Pregunta 2 de la encuesta.....	39
Ilustración 20- Pregunta 3 de la encuesta.....	39
Ilustración 21 - Pregunta 4 de la encuesta.....	40
Ilustración 22 - Pregunta 5 de la encuesta.....	40
Ilustración 23 - Pregunta 6 de la encuesta.....	40
Ilustración 24 - Pregunta 7 de la encuesta.....	41

Ilustración 25 - Pregunta 8 de la encuesta.....	41
Fuente: Elaboración propiaIlustración 26 - Pregunta 9 de la encuesta.....	41
Ilustración 27 - Pregunta 10 de la encuesta.....	42
Ilustración 28 - Plan de gestión de riesgo .....	49
Ilustración 29 - Cronograma desarrollo del proyecto.....	54
Ilustración 30 - Diseño de postes solares .....	59
Ilustración 31 - Factura de Codensa Agosto. Conjunto Residencial Portal del Sol.....	61
Ilustración 32 - Datos básicos de la simulación .....	63
Ilustración 33 - Asignación de ubicación geográfica .....	63
Ilustración 34 - Consumo promedio anual y mensual .....	64
Ilustración 35 - Grado de inclinación paneles solares .....	64
Ilustración 36 - Conexión paneles solares.....	65
Ilustración 37 - Selección de batería e inversor .....	65
Ilustración 38 - Propuesta cableado eléctrico.....	66
Ilustración 39 - Simulación de costos .....	66
Ilustración 40 - Distribución de energía.....	67
Ilustración 41 - Radicación y temperatura del sistema fotovoltaico .....	67
Ilustración 42 - Flujo de energía .....	68
Ilustración 43 - Características panel solar .....	68
Ilustración 44 - Rendimiento de consumo.....	69
Ilustración 45 - Pronostico rendimiento del inversor .....	69
Ilustración 46 - Rendimiento del sistema Vs el inversor.....	70
Ilustración 47 - Radiación solar .....	70
Ilustración 48 - Energía fotovoltaica generada.....	71
Ilustración 49 - Temperatura del panel solar.....	71
Ilustración 50 - Energía del generador .....	72
Ilustración 51 - Consumidores .....	72

Ilustración 52 - Energía de los inversores de la batería.....	73
Ilustración 53 - SOC .....	73
Ilustración 54 - Resultados de la simulación parte 1 .....	74
Ilustración 55 - Resultados de la simulación parte 2.....	74
Ilustración 56 - Resultado de la simulación parte 3 .....	75
Ilustración 57 - Resultado de la simulación parte 4 .....	75
Ilustración 58 - Evaluación económica .....	76

## **Título**

Propuesta del diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial Portal del Sol de la ciudad de Bogotá para demostrar los beneficios sociales, económicos y ambientales de su implementación.

El proyecto aplicado se encuentra articulado a la línea: gestión de innovación y conocimiento y la sub-línea: Proyectos de desarrollo tecnológico de acuerdo al capítulo 11 artículo 22 del acuerdo 101 el 24 de noviembre del 2017, por el cual se reglamenta las macro líneas, líneas y sub-líneas de investigación de ECACEN.

## Introducción

En Colombia existen diferentes tipos de radiación dependiendo de la geografía del país, de acuerdo al IDEAM las zonas con mayor acogida de radiación solar es la del Atlántico, sin embargo, la zona andina cuenta con buen nivel de radiación entre 4,0 a 4,5 KWh/m<sup>2</sup>lo que indica que en estas zonas el uso de la energía solar es una buena alternativa como fuente renovable de energía. Se debe tener presente que en Colombia la política del manejo de energía se encuentra regulado en el plan energético nacional, también existe el programa de uso racional y eficiente de energía y fuentes no convencionales (PROURE), además el fortalecimiento del uso de energía renovable genera prosperidad económica en las poblaciones, reducción de contaminación y permite que Colombia se convierta en un país pionero en estos sistemas.

En el siguiente trabajo se ilustra el desarrollo de la fase de divulgación de nuestro proyecto aplicado: Propuesta del diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial Portal del Sol de la ciudad de Bogotá para demostrar los beneficios sociales, económicos y ambientales de su implementación, en esta fase se ilustra la entrega de la investigación, organización y planificación del proyecto. Se presentan los conceptos básicos que se deben tener en cuenta para el manejo del proyecto, la metodología de investigación, la definición de variables, muestras, métodos y herramientas de recolección de datos, análisis de estos datos, diseño del sistema de acuerdo a las necesidades del conjunto, descripción de posibles proveedores, descripción de beneficios económicos, sociales y ambientales con el uso de los sistemas fotovoltaicos.

## **Capítulo 1**

### **Definición del problema**

#### **Antecedentes**

En Colombia frente a la adaptación al cambio climático y a los compromisos de contribución en materia de mitigación de la COP21, correspondiente a la reducción del 20% de sus emisiones de gases de efecto invernadero para 2030, se han venido implementando en los últimos años sistemas y políticas tendientes a impulsar el uso de las energías renovables; Sin embargo, del 100% de la energías renovables que se utilizan en el país sólo el 1% corresponde a fuentes no convencionales dentro de las que se encuentra la energía solar. El aumento en el uso de la energía solar como una de las energías renovables ayudaría al cumplimiento para la COP21 y por ende a los beneficios ambientales para el país.

La matriz energética de Colombia es considerada como una de las más limpias del mundo, donde las energías renovables juegan un papel importante ya que entre el 70 y el 80% de la generación corresponde a las de fuentes convencionales de energía renovable. El fortalecimiento en la regulación del país ha incentivado el uso de estas energías con reglamentaciones como la Ley 1715 de 2014 y recientemente el Decreto 0570 del 23 de marzo de 2018 y la ubicación geográfica del país que le permite tener un alto potencial de energía solar han incrementado el uso de las energía solar, es así como la UPME y el Ministerio de Minas y Energía estiman que para antes de 2030 cerca de 10% del consumo energético en Colombia va a provenir de proyectos fotovoltaicos o solares -Informe de El Espectador-.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, es relevante que se sigan impulsando alternativas de uso de energías renovables como lo es la energía solar, a través de sistemas fotovoltaicos, como una alternativa para cambiar el uso de energías convencionales y así contribuir con las metas ambientales a nivel país y a nivel local mostrar los beneficios ambientales, económicos y sociales al hacer uso de un sistema fotovoltaico.

### Área problemática o contexto de la investigación

El conjunto residencial Portal del Sol está localizado en la localidad de Bosa de la ciudad de Bogotá, se conforma de 10 torres conformadas por 6 pisos y cada piso cuenta con 4 apartamentos, lo que equivale a 240 unidades residenciales, adicional cuenta con 2 salones comunales, un cuarto de bombas, recepción, administración, ciclisteros y una zona de parqueaderos.

Para el conjunto residencial Portal del Sol el consumo promedio de energía eléctrica en las zonas comunes es de 1229 KWh, lo cual equivale a un costo promedio de 640 mil pesos mensuales

*Ilustración 1 - Factura de Codensa Agosto. Conjunto Residencial Portal del Sol*



*Fuente: Propia*

De acuerdo a la evaluación de la política de alumbrado público ejecutada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), evidencio que cuatro poblaciones del país pagan con un sobre costo de hasta el 104 por ciento en el alumbrado público, el mercado establece un costo de 374 pesos por kilovatio/hora, sin embargo, Bogotá paga 763 pesos por kilovatio/hora. (El tiempo, 2017)

Los sistemas fotovoltaicos transforman la radiación solar en electricidad, la cual en ocasiones puede ser entregada a la red tradicional de energía, Codensa ha implementado diferentes proyectos que incentivan el uso de energía renovable, para el 2015 instalo el primer sistema fotovoltaico en las instalaciones del edificio de la 93, en el cual promedio de 168 paneles solares generan 45 MWh por año, otro proyecto implementado fue en el Gimnasio Vermont, cuyo sistema se compone de 40 paneles solares que logran generar 38Kwh por día. Codensa tiene como reto en 5 años implementar más de 12 mil sistemas de energía renovables, en el que se incluyen los conjuntos residenciales. (Codensa, s.f.)

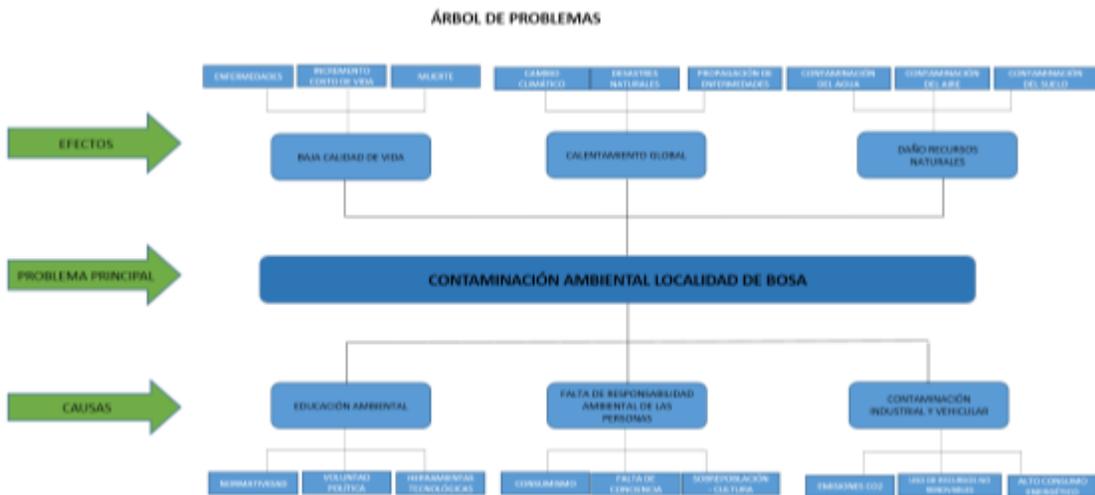
**Análisis del problema**

*Ilustración 2 - Diagrama causa - efecto*



*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 3 - Árbol de problemas*



*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 4 - Árbol de objetivos*



*Fuentes: Elaboración propia*

## Formulación del Problema

Muestra de los beneficios sociales, económicos y ambientales de la propuesta del diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial Portal del Sol de la ciudad de Bogotá.

## Alcance y delimitación

El proyecto “Propuesta del diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial Portal del Sol de la ciudad de Bogotá para demostrar los beneficios sociales, económicos y ambientales de su implementación”, es un proyecto de tipo descriptivo que abarca desde la fase inicial con el levantamiento de información y recolección de datos, hasta la fase final de análisis de resultados y diseño de la propuesta; su desarrollo será llevado a cabo en conjunto residencial Portal del Sol localidad de Bosa; se analizará una población representada en los residentes del conjunto y se enmarca en un área de beneficio social. Las variables más

importantes relacionadas con los resultados del proyecto son: los beneficios, listado de proveedores y materiales del sistema fotovoltaico. Su contribución al sector social radica en la generación de alternativas medioambientales para la comunidad y el país, pues sus conclusiones aportarán elementos que muestran la importancia en la implementación de un sistema de energía renovables, como alternativa de contribución al mejoramiento de la calidad de vida de la población de la localidad de Bosa, de la calidad del aire de la ciudad y al aporte en las metas ambientales del país.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Proponer un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial Portal del Sol de la ciudad de Bogotá para demostrar los beneficios sociales, económicos y ambientales de su implementación.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la necesidad técnica requerida para el sistema fotovoltaico en los parqueaderos del conjunto residencial Portal del Sol.
- Presentar por medio de simulador de software el sistema fotovoltaico adecuado para las necesidades del conjunto Portal del Sol.
- Mostrar los beneficios ambientales, económicos y sociales al hacer uso de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial
- Generar recomendaciones para el mantenimiento de sistema fotovoltaicos que permita a los residentes del conjunto la orientación del manejo y soporte este sistema.

## **Justificación**

Bosa es una de las localidades de Bogotá más contaminadas debido a su sobrepoblación, industrias y vehículos, adicional que en esta localidad el gobierno no ha generado la inversión necesaria para mitigar y corregir estos agentes contaminantes y mejorar la calidad del aire, por lo cual sus habitantes se han acostumbrado a vivir en un ambiente en la cual su calidad del aire puede producir a largo plazo enfermedades pulmonares. En varias ocasiones la localidad de Bosa, Kennedy y Tunjuelito se han declarado en alerta amarilla debido a la calidad del aire, esto se debe a las emisiones contaminantes de las fuentes mencionadas anteriormente, las condiciones meteorológicas: inversiones térmicas y vientos fuertes que provienen de la parte occidental de la ciudad, de aquí la importancia de generar propuestas sociales, económicas y culturales que permitan a los residentes de Bosa gozar de una mejor calidad del aire.

El alcance del proyecto está determinado por encontrar las fuentes de energía renovables más adecuadas para usarlas en los parqueaderos de un conjunto residencial, haciendo uso de las fuentes renovables más eficientes en la localidad de Bosa de Bogotá, por ejemplo las fuentes hídricas no serían una buena posibilidad tomando en cuenta que la localidad de Bosa no cuenta con fuentes hídricas que ofrezcan saltos superiores a 10 m o caudales de as de  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ , por otro lado, la velocidad promedio del viento en la localidad de Bosa es en de  $2,7 \text{ m/s}$  y esta velocidad no alcanza para un generador eléctrico de una central eólica la cual funciona correctamente con una velocidad del viento de 3 a  $4 \text{ m/s}$ .

Debido a lo anterior una de las mejores opciones para usar energía renovable es utilizar la radiación solar por medio de sistema fotovoltaico, puntualmente al hacer uso de este sistema en los parqueaderos de un conjunto permiten el aprovechamiento al máximo de la fuente de energía de radiación solar, de acuerdo al mapa de radiación solar del IDEAM Bogotá cuenta con una

radiación solar promedio de 3,5 a 4 KWh, lo que por medio de un correcto panel solar se puede producir entre 50W a 120W la cual es la energía adecuada para la iluminación de parqueaderos.

### **Hipótesis.**

La implementación de energías renovables genera beneficios ambientales, económicos y sociales, por lo cual al hacer uso de sistemas fotovoltaicos se logra hacer uso de energías renovables generando progreso en la comunidad beneficiada y se mejora la calidad del aire generando una contribución a nivel mundial en los impactos ambientales que hoy en día se presentan.

### **Marco Referencial**

#### **Marco Teórico**

- **Conceptos Claves:** Para el diseño de sistema fotovoltaicos autónomos es necesario que se conozca de los siguientes conceptos:

*Tabla 1 - Conceptos de electricidad*

TERMINO	SIMBOLO	UNIDAD	DEFINICIÓN
Potencia	W, KW	Vatios, Kilovatios	Total, de energía otorgada
Energía	Wh, KWh	Vatios – hora, Kilovatios – hora	Capacidad de efectuar un trabajo Energía= potencia x tiempo
Corriente	I	Amperios (A)	Intensidad del flujo de electrones de un circuito

Voltaje o Tensión	V	Voltios (V)	Diferencia de la energía potencial entre dos puntos de un circuito
Resistencia	R	Ohms ( $\Omega$ )	Característica de un conductor para oponerse al paso de corriente

- **Sistemas fotovoltaicos Autónomo (SFA):** Estos sistemas usan la radiación solar como fuente para la generación de energía eléctrica, acumulándola en una batería y después poder hacer uso de esta. Se considera autónomo porque no requiere de estar conectado a la energía tradicional. Estos sistemas funcionan mejor en lugares en los cuales la radiación solar es mayor y en lugares aislados de la energía tradicional. Actualmente los materiales de los sistemas fotovoltaicos han sido más asequibles lo que ha permitido que estos sistemas se usen en hospitales, hogares, escuelas entre otros. Los sistemas fotovoltaicos autónomos se componen básicamente de:

  - Generador: Encargado de convertir la radiación solar en energía eléctrica
  - Acumulador: También conocido como batería, encargado de almacenar la energía que viene del módulo o panel solar
  - Carga: Considerados como el destino final de la energía: bombillos, computadores, televisores etc.
  - Conductores: Encargados de transportar la energía entre cada uno de los componentes del sistema
- **Corriente Directa (CD):** También conocida como corriente continua es aquella en la que las cargas eléctricas o electrones fluyen siempre hacia el mismo sentido en un circuito

cerrado, iniciado en el polo negativo y desplazándose hacia el polo positivo, un ejemplo de esta corriente es la que circula en las baterías o dinamos.

- **Corriente Alterna (CA):** Esta corriente se diferencia de la directa por su cambio de polaridad en un tiempo específico, en un momento de tiempo el polo es negativo mientras el otro es positivo y en el tiempo siguiente las polaridades se invierten. Independiente del cambio de polaridad corriente siempre fluirá del negativo al positivo
- **FEM:** Fuerza electromotriz, Es una propiedad de los generadores eléctricos, se considera como la existencia de un campo electrostático conservativo  $E_{cs}$  en la que la circulación, especifica el voltaje provocado por el generador:
- **Sistemas fotovoltaicos Autónomo (SFA) en Corriente Directa:** La corriente directa cambia constantemente su polarización, este tipo de corriente es la usada por televisores, computadores, neveras etc. En los sistemas fotovoltaicos autónomos si se desea hacer uso de este tipo de corriente, se requeriría de un convertidor de corriente directa a corriente alterna, este dispositivo es conocido como inversor.
- **Ley de Potencia o Ley de Watt:** La ley de Watt dice: la potencia eléctrica (P) es directamente proporcional al voltaje de un circuito (V) y a la intensidad que circula en este (I).  $P = V * I$



La Potencia de Salida de Generador Fotovoltaico está dada por la fórmula:  $P_{GFV} = \frac{E}{HSS * N * PR}$ , en

la ecuación se puede encontrar la potencia que deberá suplir el generador fotovoltaico a partir del consumo promedio mensual investigado anteriormente, donde:

E: energía consumida mensualmente (kWh-mes).

HSS: horas de sol estándar de la zona (para este caso 3,57h).

N: número de días en el que consume la energía E (30 días).

PR: factor de rendimiento del sistema (0,7 a 0,8).

- **Ley de Ohm:** Esta ley instaure que la diferencia de potencial que se ejerce entre los extremos de un conductor específico es proporcional a la intensidad de la corriente que circula por el conductor. Ohm completó la ley incluyendo la noción de resistencia eléctrica; que es el factor de proporcionalidad que aparece en la relación entre:  $V = R * I$ .
- **Energía solar:** La energía solar absorbida en el año por la tierra  $1,5 \times 10^{18}$  kWh, lo cual equivale a 10.000 veces el consumo de energía durante el mismo lapso de tiempo, lo anterior indica que el sol es la fuente principal de energía a nivel biológico y que se puede utilizar como fuente inagotable de energía haciendo uso de sistemas de energía eléctrica, térmica, entre otras.
  - **Ventajas de la energía solar:**
    - Hacer uso de fuentes naturales inagotables: Luz Solar
    - No genera emisiones de gas o carbono contaminantes
    - Adecuada para solucionar los problemas de energía en zonas aisladas
    - Se puede instalar a gran escala en zonas urbanas
    - Los materiales que componen el sistema son reutilizables
    - La radiación solar es una fuente gratuita
    - El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es muy sencillo
  - **Desventajas de la energía solar:**

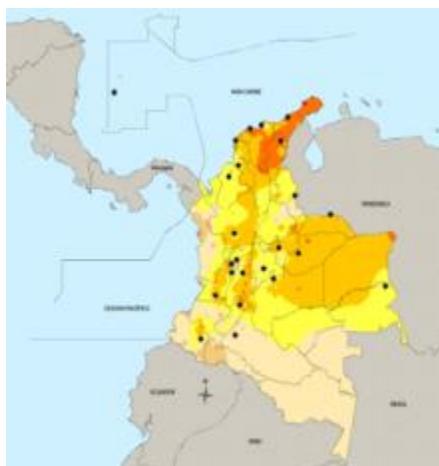
- Los paneles solares generan gran impacto visual, algunos los consideraran poco estético.
  - Se depende 100% de la radiación solar, es decir, que en la noche o bajo nubosidad el sistema no genera captura de rayos solares.
  - Los costos de instalación son elevados comparados con los costos de energía tradicional, ya que se requiere de instalaciones desde 0
  - El retorno de inversión se puede dar después de 10 años de su instalación
- **Radiación solar:** Se conoce como radiación solar a la energía que nos llega del sol, la cual se trata de una radiación directa (recibida directamente del sol) difusa (después de ser reflejada en algún elemento: nubes, smog etc.), la combinación de estas dos radiaciones se conoce como radiación difusa. Algunos factores que afectan la radiación solar son: La latitud, nubosidad, humedad y claridad atmosférica. Colombia tiene grandes ventajas en cuenta a la radiación solar debido a su ubicación en el globo terráqueo, en el 2015 UPME y el IDEAM diseñaron el atlas de radiación solar que permite visualizar detalladamente la radiación en cada departamento para presentar en cuál de ellos se puede hacer uso de esta radiación para fortalecer el uso de energías renovables. Las siguientes zonas son las de mayor radiación.

*Ilustración 5 - regiones con mayor disponibilidad de energía solar*



*Fuente: <http://www.laguiasolar.com/radiacion-solar-en-colombia/>*

*Ilustración 6 - Mapa de radiación en Colombia*



*Fuente: Radiación IDEAM <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>*

- **Irradiación Solar:** Es la medida de la cantidad de energía solar que obtiene un área específica en un periodo de tiempo determinado. Su unidad de medida es  $\text{Wh/m}^2/\text{día}$

Ilustración 7 - Promedio mensual de irradiación en las principales ciudades del país (Wh/m2 por día)

Codigo	Estacion	Municipio	Departamento	Latitud	Longitud	Elevacion (m.s.n.m.)	Área (km²)	Total promedio mensual por día												Promedio Anual	Área de Antenas (km²)	Punto Norte	Punto Oeste
								ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC				
0001000010	Apto. Chica Herrera	Medellín	Antioquia	6.22	-75.38	1485	30000 (km²)	4282.8	4408.9	4256.7	4180.2	3836.9	3221.6	3488.1	4026.7	4455.1	4732.0	3988.2	4748.4	4226.1	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Apto. Santiago Pérez	Abadía	Antioquia	7.07	-75.73	128	30000 (km²)	5186.2	4484.1	4617.1	4271.2	4256.0	4254.0	4286.1	4414.1	4485.0	4732.0	4786.0	5212.4	4613.0	4	44°45'	76°07'
0001000010	San Pedro	Medellín	Antioquia	11.04	-74.80	0	30000 (km²)	4382.8	4388.2	3836.4	4272.2	3671.7	3868.9	4286.0	4284.7	4273.7	4286.0	4386.0	4732.0	4221.2	4	44°45'	76°07'
0001000010	Apto. Rafael Naranjo	Cartagena	Bolívar	10.40	-75.30	0	30000 (km²)	3687.7	3413.0	4272.0	4213.0	4051.4	4086.7	3644.2	3513.0	3264.2	4086.0	4286.0	4732.0	3552.2	7	44°45'	76°07'
0001000010	UPIC	Tuluá	Valle del Cauca	5.08	-75.30	2260	30000 (km²)	3687.7	3413.0	4272.0	4213.0	4051.4	4086.7	3644.2	3513.0	3264.2	4086.0	4286.0	4732.0	3552.2	4	44°45'	76°07'
0001000010	E.M.A.S	Medellín	Antioquia	6.22	-75.38	1485	30000 (km²)	3842.7	3836.2	3836.9	3837.9	3841.1	3846.0	4276.1	3888.2	4177.1	4732.0	3486.2	3887.2	3787.2	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Municipio - Financiera	Financiera	Caldas	5.38	-75.88	207	30000 (km²)	4002.8	3837.4	3836.2	3881.0	3886.0	3836.2	3837.7	3837.7	4176.0	3886.0	3881.1	3836.7	3837.2	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Apto. Tiroso	Tiroso	Cauca	5.32	-75.38	130	30000 (km²)	4760.7	4238.7	4271.4	4488.8	4246.0	4246.0	4186.0	4036.0	4074.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4	44°45'	76°07'
0001000010	Financiera	Valledupar	Cesar	10.46	-75.00	184	30000 (km²)	3401.2	3886.2	3217.2	3887.2	3232.0	3288.7	3217.8	3675.4	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Medellín	Medellín	Córdoba	8.81	-78.88	17	30000 (km²)	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Apto. Estación	Magüé	Cundinamarca	4.71	-74.13	2241	30000 (km²)	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Medellín	Medellín	Cundinamarca	4.71	-74.13	2241	30000 (km²)	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Apto. Santa Clara	Nariño	Nariño	5.02	-75.28	408	30000 (km²)	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Apto. Almirante Padilla	Nariño	La Guajira	11.82	-72.42	4	30000 (km²)	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Univ. Tecnológica de Magdalena	Santafé de Bogotá	Magdalena	11.22	-74.18	0	30000 (km²)	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Apto. Venegón	Valledupar	Mérida	4.18	-75.80	423	30000 (km²)	4760.7	4014.0	4227.7	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Medellín	Medellín	Quindío	5.18	-77.28	2823	30000 (km²)	3746.1	3486.0	3487.4	3886.0	3886.0	3714.0	3887.4	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Apto. Corinto Díaz	Córdoba	Nariño de la Paz	7.02	-75.00	380	30000 (km²)	4271.8	4114.4	4177.0	4134.2	4036.4	4486.7	4032.0	4147.4	4032.0	4176.2	4274.1	4167.2	4482.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Medellín	Medellín	Quindío	4.93	-75.80	1400	30000 (km²)	3513.0	3837.4	3837.4	3837.4	3837.4	3837.4	4086.0	4176.0	4032.0	3837.4	3837.4	3837.4	1.0	44°45'	76°07'	
0001000010	Apto. Manzanilla	Medellín	Quindío	4.88	-75.70	1360	30000 (km²)	4276.4	4486.0	4032.0	4086.0	3837.4	3837.4	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Apto. San Antonio	San Andrés	San Andrés y Providencia	10.38	-81.70	1	30000 (km²)	4022.2	3746.1	3746.1	3837.4	3837.4	3837.4	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Univ. Pedagógica y Tecnológica de Colombia	Medellín	Sucre	4.28	-75.38	207	30000 (km²)	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Apto. Progreso	Medellín	Tolima	4.42	-75.12	207	30000 (km²)	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'
0001000010	Univ. del Cauca	Univ. del Cauca	Valle del Cauca	5.38	-75.38	1485	30000 (km²)	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	4086.0	1.0	44°45'	76°07'

Fuente: <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/Anexo-Promedios-mensuales-de-Irradiacion-Global-Media.pdf>

- Angulo de Incidencia:** Es el ángulo con el cual la radiación solar impacta a un área específica. Cuanto más se acerque a los 90° mayor es el total de energía recogida.
- Paneles Solares:** También conocidos como módulos fotovoltaicos, son considerados el eje central de un sistema fotovoltaico ya que con los encargados de convertir la energía solar en eléctrica gracias al efecto fotoeléctrico. Se compone de la unión de celdas fotovoltaicas interconectadas entre sí. Debido al auge de las fuentes de energía renovables, los paneles solares han mejorado su calidad y han disminuido sus costos de adquisición, adicional que la fabricación de celdas fotovoltaicas anteriormente solo se realizaba en países grandemente industrializados, sin embargo, hoy en día es frecuente que la mayoría de los países hayan iniciado en esta manufactura. Existen dos tipos de módulos: monocromáticos y policromáticos y se dividen en dos tipos de tecnologías: silicio cristalino y capa media. En la actualidad se usa con más frecuencia los módulos de silicio cristalino ya se ajustan menor a los sistemas autónomos. Los módulos policromáticos se caracterizan por tener diferentes tonalidades en sus celdas, mientras el monocromático se caracteriza porque sus celdas tengan la misma tonalidad. La energía

que genera un módulo depende de 4 cosas: la irradiación solar disponible, el ángulo de incidencia, la temperatura de las celdas del módulo, la tensión que solicita la batería. Para comprender la potencia de un módulo en condiciones reales, se debe hacer uso de las condiciones estándar de operación en las cuales: Irradiación solar:  $800\text{W/m}^2$ , temperatura de celda:  $45^\circ\text{C}$ , distribución espectral AM 1,5. La curva de potencia varia del fabricante de los módulos, esta se puede evidenciar en la gráfica de curva de cada fabricante. Se debe tener presente que de acuerdo a la norma NTC 2050, todas las fuentes fotovoltaicas deben contar con un conductor de un sistema bifilar de más de 50 V nominales además el conductor neutro de un sistema trifilar debe estar sujetado fuertemente a tierra. El sistema fotovoltaico debe contar con un punto de polo a tierra que proteja al sistema de los rayos. Se recomienda que los soportes estén fijados directamente a tierra para generar más firmeza al sistema.

- **Inversor:** Dispositivo encargado de convertir la corriente continua en corriente alterna garantizando la magnitud y frecuencia solicitada por el usuario. Un inversor básico se compone de un oscilador encargado de controlar el transistor el cual es el encargado de interrumpir la corriente entrante y a partir de esta generar una onda rectangular. Esta onda se encarga de alimentar el transformador, el cual suaviza la forma de la onda y la convierte en una onda senoidal que permite generar la tensión de salida esperada. Los inversores se clasifican en monofásicos y trifásicos.
- **Batería:** También conocido como acumulador, es un dispositivo conformado por celdas electroquímicas que transforman la energía química almacenada en corriente eléctrica. El funcionamiento de la batería se basa en el proceso químico reversible conocido como reducción-oxidación, en el cual unos componentes se oxidan (perdida de electrones) y el

otro se reduce (gana electrones), es decir que sus componentes no se pierden, sino que cambian de estado de oxidación.

- **Conductores:** Componente que ejerce poca resistencia al paso de corriente eléctrica. Los elementos metálicos son considerados como los mejores conductores de energía seguidos del cobre, oro, hierro, plata y aluminio junto con sus respectivas aleaciones.
- **Tipos de lámparas:**

Una lámpara solar se conoce como un sistema de iluminación que se compone por una lámpara LED, paneles solares, batería eléctrica, controlador de carga y en algunos casos se hace uso de un inversor. La lámpara funciona gracias a la electricidad otorgada desde las baterías, las cuales son cargadas previamente mediante el uso de paneles solares fotovoltaicos.

Las lámparas solares se encargan de capturar la luz del sol para iluminar espacios, para comprender el funcionamiento de las lámparas solares se requiere tener conocimiento sobre los paneles fotovoltaicos, pues la energía que genera la capturan desde las células solares, almacenándola después en una batería. Es decir, la electricidad que reciben proviene del acúmulo de luz solar en unas baterías recargables o, también, funcionan de forma autónoma, sin necesidad de cables ni otras fuentes de alimentación.

Existen diversos tipos de lámparas solares:

- **Lámparas solares para exteriores:** Las lámparas al aire libre pueden tener la lámpara, el panel solar y la batería integradas en una misma unidad. Estas lámparas son automáticas, es decir, se encienden al anochecer y permanecen así hasta que reciben la luz solar del día

- **Lámparas solares para jardín:** consiguen convertir la energía solar en energía eléctrica con la que podrán iluminar todo el lugar. Funcionan sin cables, baterías u otro accesorio extra, obtienen energía por medio de paneles solares, los cuales tienen una vida útil de 5 años y, además, con los que puedes ahorrar mucha energía.
- **Lámparas solares de pared:** este tipo de lámparas incluye un eficiente panel solar y también cuenta con excelente apariencia y un rendimiento de calidad. Son impermeables, por lo que podrás colocarlas en terrazas, jardines y lugares abiertos.
- **Lámparas solares antimosquitos:** ofrecen un excelente diseño el cual resulta ser ideal para combatir con mosquitos, incluyen paneles solares de gran calidad y eficiencia y tres niveles o modos de luz para tener variedad y que escojas el nivel que más te plazca.
- **Lámparas solares LED:** Son una excelente opción de inversión, su especial diseño resulta ser elegante, elaboradas con material acrílico y materiales resistentes a altas temperaturas. Algunas están dotadas de acabados con acero inoxidable, lo cual resulta genial para que la luz se proyecte de manera total.
- **Lámparas solares para interiores:** Funcionan luego de ser cargadas durante 8 horas recibiendo sol directamente para ser almacenado y posteriormente convertido en energía eléctrica. Su batería es recargable, se carga durante el día y emana luz en la noche.

## Marco Legal

### *Ilustración 8 - Marco Normativo Relacionado con Energía Renovables en Colombia*

Normatividad	Descripción
<b>Ley 51 de 1989</b>	En esta ley se crea la Comisión Nacional de Energía que es la encargada de determinar funciones de planeación energética, además de "efectuar, contratar o promover la realización de estudios para establecer la conveniencia económica y social del desarrollo de fuentes y usos energéticos no convencionales y adoptar la política respectiva" y en relación con el subsector de energía eléctrica, "aprobar los programas de generación eléctrica no convencional y coordinar los programas de generación eléctrica en áreas no interconectadas" (UPME, 2010b, 2-4).
<b>Decreto 2119 de 1992</b>	Mediante este decreto se reestructuro el Instituto de Asuntos Nucleares -IAN-, y cambio de nombre a Instituto de Asuntos Nucleares y Energías Alternativas -INEA- donde se suma a sus funciones el de fomentar el uso racional de la energía, un aparte textual del decreto afirma "Igualmente el INEA deberá elaborar programas científico y tecnológicos para la intensificación del uso de las fuentes alternativas de energía". Con el fin de dar cumplimiento a su labor, en el artículo 44 se crea el comité de Uso Racional de Energía -URE- (UPME 2010b, 2-5).
<b>Ley 142 de 1994</b>	La ley 142 resulta ser la pionera en la regulación de los servicios públicos domiciliarios en el país, incentivando una fuente no convencional de energía como lo es el gas natural. Esta ley le impone a la Comisión de Regulación de Energía y Gas, funciones para la regulación en cuanto a autogeneración y cogeneración de energía.  Adicionalmente, en esta ley también se definen políticas para la gestión integral de residuos sólidos y peligrosos con el objetivo de minimizar los impactos al hombre y al medio ambiente.
<b>Ley 143 de 1994</b>	La ley 143 es conocida como la "Ley Eléctrica", en esta ley se le atribuye a la UPME la función de elaborar y actualizar el Plan Energético Nacional -PEN-, el cual debe brindar los lineamientos para el desarrollo del sector energético en el país. Esta ley se constituyó en la gran impulsadora de proyectos hasta finales de la década del noventa cuando la recesión económica golpeó fuertemente el sector y condujo al desarrollo de proyectos en los sectores de mayor confianza en el país como el hídrico y el carbón mineral.  Consecuentemente en esta Ley, se designaron las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de la electricidad, al mismo tiempo, dispuso que el Estado debía ser el encargado de "asegurar la adecuada incorporación de los aspectos ambientales en la planeación y gestión de las actividades del sector" y "Abastecer la demanda de electricidad bajo criterios económicos y de viabilidad financiera, asegurando su cubrimiento en un marco de uso racional y eficiente de los diferentes recursos energéticos del país" (UPME, 2010b, 2-5).
<b>Decreto 1682 de 1997</b>	Mediante el cual se suprime el INEA y se asignan sus funciones a la UPME, de esta manera se concentró en la UPME la planeación energética de todos los recursos incluyendo las FNCE, con el fin de estructurar planes integrales que articulen diferentes frentes y que tengan en cuenta la Oferta y la Demanda (UPME, 2010b).
<b>Ley 697 de 2001</b>	La ley 697 es la que promueve la utilización de energías alternativas, además pone en cabeza del Ministerio de Minas y Energía la responsabilidad de promover y adoptar programas para este tipo de energías. Mediante esta ley se declara el Uso Racional y Eficiente de la Energía -URE-, y sus objetivos se definen en el Artículo 1, como: "Asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales".
<b>Ley 788 de 2002</b>	Ley mediante la cual se modifica el estatuto tributario para "incentivar la compra e implementación de equipos y tecnologías que demuestren impacto en la mitigación del cambio climático", en el artículo 18 de dicha ley se contempla "la exención de renta por 15 años, a la venta de energía producida a partir de fuentes renovables como la eólica, biomasa o residuos agrícolas".  Con la implementación de este beneficio se espera favorecer a las empresas generadoras, siempre que estas vendan los certificados de reducción de GEI y destinen como mínimo el 50% de las ganancias a nueva inversión en las zonas en que se ejerce su actividad.  En el artículo 95 de la misma ley, también se encuentran exenciones a los importadores de maquinarias que introduzcan al país equipos destinados a proyectos que contribuyan con la reducción de GEI, estos estarán exentos del pago del impuesto de valor agregado -IVA- (Barba et al., 2009).

*Fuente: Elaboración Propia*

## Marco Geográfico

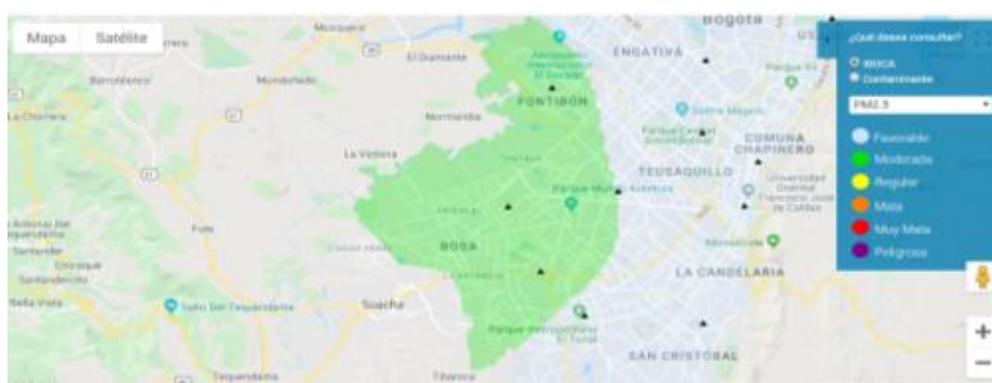
El conjunto residencial de estudio se encuentra ubicado en la localidad de Bosa la cual es una de las contaminadas de la ciudad de Bogotá, de acuerdo a la medición generada el 16 de octubre del 2019 a la 1:35 pm en el mapa que mide la calidad del aire, la calidad del aire para este día y esta hora es moderada, sin embargo, en horas pico la medición de muestra una alteración de la calidad del aire.

*Ilustración 9 - Mapa calidad del aire 1:15 pm 16 de Oct*



*Fuente: <http://iboca.ambientebogota.gov.co/mapa>*

*Ilustración 10 - Mapa calidad del aire 6:15 pm 28 de Oct*



*Fuente: <http://iboca.ambientebogota.gov.co/mapa>*

En la localidad de Bosa se encuentra el conjunto residencial Portal del Sol, este se ubica en el barrio Bosa el Recreo en la Carrera 98 B # 73 – 80 sur, como se puede evidenciar en la

imagen este colinda con zonas verdes, zonas escolares, con un parqueadero del SITP y cuenta con dos vías principales, una ubicada sobre la calle 73 sur y otra por la carrera 95 a, sobre esta última pasa un ciclo ruta.

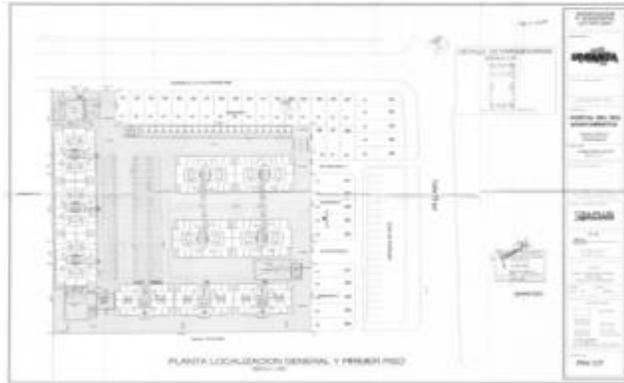
*Ilustración 11 - Ubicación Conjunto Portal del Sol*



*Fuente: Google Maps*

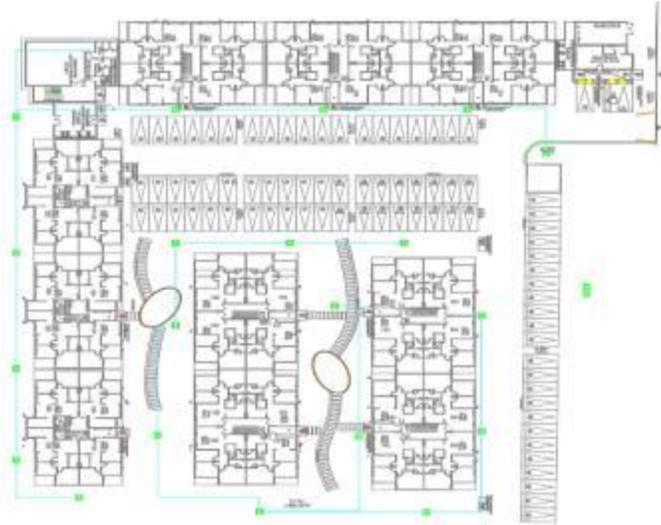
Dentro del conjunto residencial se encuentran 10 torres de apartamentos cada una se compone de 6 pisos y en cada piso se encuentran 4 apartamentos lo que equivale a una totalidad de 240 unidades residenciales. La zona de parqueaderos se compone de 23 parqueaderos privados, 70 parqueaderos de moto y 44 de vehículos. El conjunto residencial cuenta con 20 postes de alumbrado público que ofrecen el alumbrado a las zonas peatonales y zona de parqueadero

*Ilustración 12 - Planos curaduría conjunto residencial Portal del Sol*



*Fuente: Administración del conjunto*

*Ilustración 13 - Planos eléctricos ubicación postes de luz*



*Fuente: Administración del conjunto*

*Ilustración 14 - Distancia entre los postes de luz*



*Fuente: Administración del conjunto*

*Ilustración 15 - Postes actuales de luz. Altura 4mt aprox.*



*Fuente: Administración del conjunto*

## Marco Conceptual

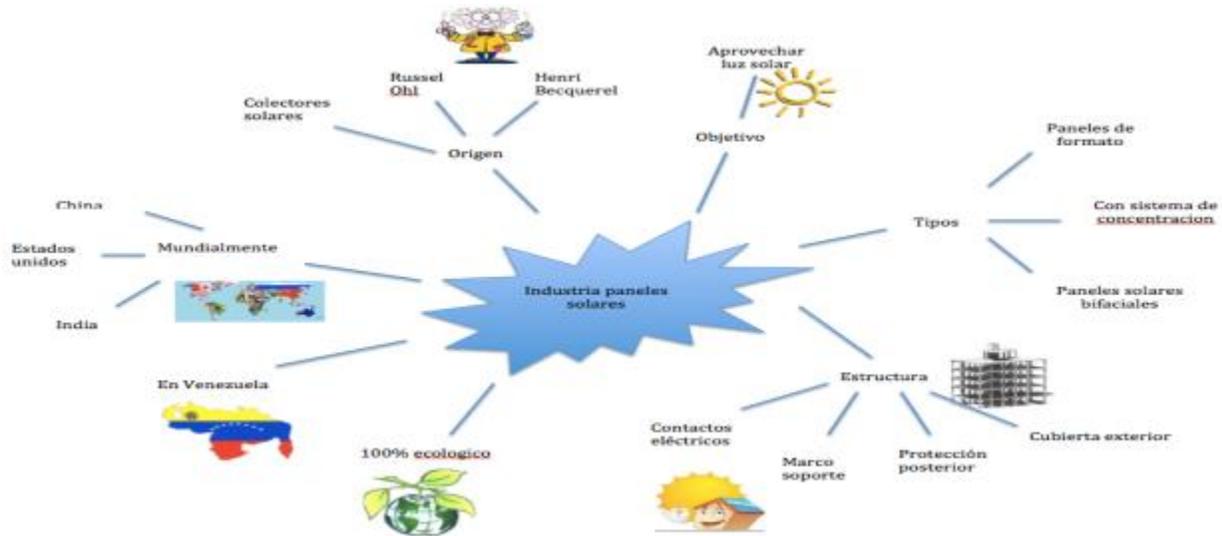
Se hace uso de la siguiente matriz de marco lógico

*Tabla 2 - Matriz de Marco Lógico*

	DESCRIPCIÓN	INDICADORES	VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<b>FIN</b>	Ilustrar los beneficios económicos, sociales y ambientales	Tablas de comparación de los beneficios sociales, económicos y ambientales	Marco teórico, conceptual y geográfico	1. Tomar estadísticas de muestras de otros proyectos 2. Indagar sobre sistemas fotovoltaicos para residencias
<b>PROPOSITO</b>	Diseñar un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial	10 postes de luz que funcionen por medio de sistema fotovoltaico autónomo	Diseño y estadísticas de a simulación del sistema	1. Aprobación del diseño propuesto 2. Se solicite adaptar el diseño del sistema para los demás postes de alumbrado público del conjunto
<b>COMPONENTES</b>	1. Diseño del sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial 2. Identificación de implicaciones técnicas, económicas, legales y ambientales de un sistema fotovoltaico 3. Ilustrar el manejo y mantenimiento de un sistema fotovoltaico	1. Diseño en papel y con simulación de software gratuitos del sistema fotovoltaico 2. Informe de gestión técnica, económica, legal y ambiental para la implementación del sistema 3. Encuesta al administrador del conjunto para identificar si comprende el funcionamiento del sistema fotovoltaico	1. Aprobación del diseño del sistema fotovoltaico para los parqueaderos 2. Documentos de validación técnica, legal y ambiental 3. Tabulación de la encuesta de la comprensión del funcionamiento del sistema	1. Falta de la colaboración de los residentes, consejo o administración del conjunto en suministrar información del consumo de luz
<b>ACTIVIDADES</b>	1. Análisis de la situación actual del conjunto 2. Identificación de requerimientos técnicos para el diseño del sistema 3. Investigación del funcionamiento y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos 4. Realizar estudio de mercado para identificar proveedores de mantenimiento y materiales 5. Elaboración de manual de soporte y mantenimiento del sistema fotovoltaico	1. Asesoría ingeniero eléctrico: \$120.000 2. Un encuestador: \$30.000 3. equipo portátil: \$700.000 4. Impresora: \$400.000 5. Software de simulación de sistemas fotovoltaicos PV*Sol 2019 6. Papelería y material de oficina: \$200.000 7. Manual De Energía Solar Fotovoltaica: Usos, Aplicaciones y Diseño (spanishEdition): \$86.000 8. Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos	1. Manual de usuario 2. Manual de soporte y mantenimiento del sistema 3. Listado de proveedores de materiales y mantenimiento	1. Asignación de recursos financieros 2. Desconocimiento de las normas ambientales 3. Identificación de pocos proveedores de mantenimiento y materiales

		(Guía del Pmbok) 6ª edición: \$316.000		
--	--	--	--	--

*Ilustración 16 - Mapa mental paneles solares*



*Fuente: <http://industriapanelessolares.blogspot.com/2014/11/mapa-mental.html>*

## Estado de Arte

En la actualidad a las energías alternativas se les reconoce como energías renovables, es decir energías limpias disponibles en el medio ambiente, que mediante un proceso especializado se almacenan para ser transformadas en corriente alterna para diferentes usos de iluminación. Es así como en los últimos años el Gobierno Nacional (Ministerio de educación de Colombia, 2013) ha optado por invertir en su desarrollo, con el fin de promover y aplicar nuevas tecnologías alternativas que den como resultado la producción de energía a partir de recursos renovables, ya que estas permiten crear un flujo continuo y se disipan mediante ciclos naturales que en la actualidad se conciben como inagotables. Por esto el Gobierno apuesta a una solución frente al problema de la crisis energética actual y así contribuir al medio ambiente.

Por su parte La Unidad de Planeación Nacional Minero Energética (UPME), menciona que las energías renovables alcanzan a cubrir un 20% del consumo mundial de electricidad en la actualidad; por lo que los estudios de investigación enfocados en el desarrollo de paneles solares fotovoltaicos tienen cada vez más acogida e impacto positivo tanto a nivel internacional como nacional, ya que una de sus ventajas principales es generar electricidad sin contaminación, es modular y a nivel económico también representa grandes beneficios.

Una vez se reconocen ciertos beneficios de las energías renovables, es importante mencionar que a pesar de que Colombia aun cuenta con un recurso no renovable de abastecimiento interno de hidrocarburos, también es cierto que este ha empezado a agotarse, ya que su vida útil está alrededor de los seis (6) años, por lo que se esperaría que Colombia se convirtiese en importadora de este recurso; es así como La Agencia Internacional de Energía (AIE) opina que el 80% del petróleo se ha convertido en la base principal de la vida moderna a nivel mundial y que en la medida en que los países sigan haciendo industria y poblándose, mayor será el incremento del consumo de energía (AIE, 2002); Además, actualmente el país enfrenta diferentes fenómenos de cambio climático y calentamiento global, que generan una alerta con relación a la conservación del medio ambiente.

De ahí la necesidad de gestionar procesos que aporten a reducir los daños del medio ambiente y aporten positivamente a su conservación, como lo es uso de la energía mediante nuevas tecnologías que reemplacen las fuentes tradicionales y/o convencionales como lo son: el gas natural, el carbón y el petróleo son las principales fuentes de producción de energía, los cuales emiten gases de efecto invernadero. Dentro de estas opciones de nuevas tecnologías, está

la energía solar, la cual ofrece una fuente de recursos inagotables y beneficiosos para el medio ambiente, que en comparación con otras tecnologías y/o recursos no convencionales, presenta un costo de inversión bajo, de fácil instalación y acogida en el mercado Colombiano; Además hay que tener en cuenta que Colombia es privilegiada en términos de ubicación, ya que se encuentra en el trópico, lo que indica que el sol no posee mayor variación durante el año debido a su posición, por lo tanto la luminiscencia es constante; lo que a su vez facilita la gestión de nuevos diseños de sistemas fotovoltaicos, en términos de costos, pues no se requiere de sistemas de rastreo mecánico, como se hace en otros países con variaciones en su clima.

En esta medida, se podría decir que llevar a cabo nuevos diseños ha sido tan viable, que el estudio de factibilidad de incursión de paneles solares no solo ha sido estudiado en Colombia sino también en otros continentes como Europa y Asia, donde esta tecnología no es nueva en dichos territorios, pero también existe cierta desconfianza con relación a su utilidad, lo que ha dado paso a varias investigaciones que tienen como objetivo demostrar sus beneficios como fuente de energía.

Algunas de estas investigaciones demuestran que la implementación de sistemas fotovoltaicos es factible, como es el caso de la investigación realizada por Sandy Rodrigues y los grupos de investigación de las universidades de Pittsburg y Madeira; los cuales tuvieron como objetivo analizar y comparar la factibilidad económica del sistema en diferentes partes del mundo: Japón, Sur África, Brasil y países como Italia, Alemania e Inglaterra, teniendo en cuenta factores como la disponibilidad del recurso solar, tarifas y las políticas de cada país; del estudio concluyeron que la factibilidad del sistema depende de tres factores: 1. El precio de la energía eléctrica, 2. La radiación solar de la zona y 3. Estímulos tributarios aportados por el gobierno de

cada país ( Rodríguez y Otros, 2016)

Pero ahí no paran los aportes, también se conoce que en el medio Oriente, existen investigaciones en torno al análisis y la comparación de los sistemas solares con la generación eléctrica de otras fuentes, como es el combustible diésel; “Esta investigación estuvo bajo la autoría de MarwanMahmoud e ImadIbrik los cuales realizaron una comparación en el suministro de energía eléctrica con fuentes generadores de diésel y plantas fotovoltaicas solares en zonas rurales remotas ubicadas en el valle de Jordán; para esto tuvieron en cuenta algunos indicadores financieros como el valor presente neto, la tasa interna de retorno y el tiempo de retorno de la inversión para poder comparar ambos sistemas; la conclusión de la investigación fue que los sistemas fotovoltaicos requieren mayor inversión inicial pero los costos de producción energética unitaria son significativamente menores en comparación a los costos de los generadores diésel, por esto, generan una mayor rentabilidad a mediano y largo plazo”(Mahmoud y Ibrik, 2006).

A nivel Nacional , con relación a Colombia, también existen investigaciones enfocadas en probar los beneficios de los diseños de energía solar fotovoltaica, como es el estudio de Alireza Haghghat y Sebastián Avella quienes investigaron acerca de la factibilidad tecnológico-económica de introducir fuentes no renovables de energía en sectores rurales que hacían parte de las zonas no interconectadas del país a la red pública (Haghghat Mamaghani, Avella Escandon, Najafi, Shirazi, y Rinaldi, 2016); en esta investigación compararon los distintos tipos de fuentes incluyendo la tecnología de paneles solares con la generación convencional utilizando combustible diésel en cuanto sus costos de inversión y de operación, de lo cual concluyeron que a pesar de que los generadores diésel requieren una menor inversión inicial, los costos de operación y mantenimiento a largo plazo son más altos, lo cual indica que las fuentes de energía renovable son más favorables en términos económicos.

“Por su parte Jaime Hernández y David Velasco de la Universidad Francisco José de Caldas, en el año 2011, decidieron investigar acerca de los efectos de la implementación de la energía solar como una opción de generación distribuida en Colombia desde el punto de vista económico; de lo cual pudieron concluir que se necesita de un apoyo por parte del gobierno nacional para aplicar incentivos económicos y lograr la factibilidad requerida, para que la nueva tecnología fuera competitiva en el mercado; De esta manera, se podría suplir generación distribuida a más de un millón de hogares en distintas zonas del territorio nacional” (Hernández, Velasco de la Fuente y Trujillo Rodríguez, 2011).

También se encuentra varios estudios como los realizados por Aristizábal y Banguero (2011), quienes realizaron de la mano con Colciencias un análisis del desempeño y de los ahorros monetarios por autogeneración del primer sistema de paneles instalados en Colombia en el año 2004; El sistema se instaló en la universidad nacional y su desempeño fue monitoreado por un periodo de cuatro (4) años (Aristizábal, Banguero y Gordillo, 2011) los investigadores concluyeron que los sistemas de generación eléctrica con paneles solares son económicamente factibles, pero sin la ayuda de los incentivos económicos que se aplican en otros lugares países del mundo, no llegan a ser competitivos frente a otras fuentes convencionales como los derivados del carbón y el petróleo, a pesar de que Colombia sea uno de los países con mayor recurso solar debido a su localización en la zona del trópico.

A continuación, se relacionan algunos proyectos en Energía solar fotovoltaica a nivel internacional, de Latinoamérica y a nivel Nacional que se han llevado a cabo.

Plantas energía solar que existen en todo el mundo según (SGIC- FNCER, 2016):

- Central ubicada en California, Estados Unidos. Cuenta con una capacidad para generar 1.096 GW/h al año, lo cual representa la capacidad de generar electricidad a 180.000 hogares.
- Plantel energético TOPAZ: con la capacidad de generar 1.096 GW/h al año, otorga
- Electricidad a 180.000 hogares en California. Esta es la planta fotovoltaica más grande del mundo, con más de nueve (9) millones de paneles solares y desarrollada en un área de veintiséis (26) kilómetros cuadrados.
- En California Valley Solar Ranch: al noroeste de Los Ángeles, Esta planta abarca 1.966 hectáreas de extensión; es propiedad de la compañía eléctrica NRG Energy y fue creada por el fabricante de paneles fotovoltaicos de SunPower.

### **En Latinoamérica:**

- En Chile se inauguró en el año 2014 la planta "Amanecer Solar CAP", considerada el parque solar fotovoltaico más grande de Latinoamérica y uno de las más importantes del mundo. El proyecto realizado por la empresa Sun Edison, líder a nivel mundial en el sector de la energía solar fotovoltaica; La planta "Amanecer Solar CAP" tiene una capacidad total instalada de 100MW, energía que corresponde al consumo anual de 125.000 hogares y equivalente al 10% de la meta de capacidad instalada de generación ERNC fijada por el Gobierno de Chile para 2014.
- En el año 2013 en México se inauguró Aura Solar I la planta que se instaló en Baja California Sur en un tiempo récord de siete meses y a partir de septiembre de 2013 empezó a convertir los rayos de sol en corriente alterna, la cual ya alcanza a una parte del país. Sus instalaciones

ocupan 100 hectáreas del Parque Industrial de La Paz. Energía Limpia XXI destaca que la planta Aura Solar de 131.800 celdas que reducirá la contaminación en 60 mil toneladas anuales de CO<sub>2</sub>.

### **A Nivel Nacional – Colombia**

- Se encuentra el caso del Hospital Pablo Tobón en Medellín en el año 1987: Con el objetivo de reducir el consumo de energía, se instalaron colectores solares de placa plana, los cuales reemplazaron una caldera que suplía la necesidad de energía, fue así como se instalaron 345 m<sup>2</sup> de colectores para calentar diariamente 22.500 litros de agua.
- En Vichada, en 1996 se instaló un Sistema solar de 2.8 kW por el antiguo ICEL (Instituto Colombiano de Energía eléctrica, hoy IPSE): el cual suministra energía a 120 V AC a una comunidad de 12 familias y centro escolar. Gracias a este tipo de generación se logra dar alcance en el suministro de energía eléctrica a comunidades lejanas.
- Oleoducto Caño Limón-Coveñas: Sistema fotovoltaico de 3.4 kW del En operación desde hace más de 20 años. El sistema permite realizar la operación de equipos propios del oleoducto, facilitando las condiciones de alimentación eléctrica en áreas alejadas. Este sistema ha permitido contar con la disponibilidad de válvulas remotas sin realizar altas inversiones por suministros desde fuentes con generación tradicional hidráulica (Rodríguez M., 2009).
- En Montería, La Institución Educativa Martinica en la zona rural; fue el Primer Colegio en Colombia en funcionar con energía solar, cuenta con una instalación de 16 paneles solares que garantizan luz durante 24 horas.

- En Cali, La Universidad Autónoma de occidente, en 2015 con la ayuda de la Epsa, planeó instalar un sistema de energía solar que apoyará el suministro de energía en la universidad y que fuera un centro de investigación para el uso de la energía solar fotovoltaica en Colombia. Hoy, la universidad cuenta con 638 paneles solares.

A manera de conclusión es importante mencionar que los estudios y/o proyectos realizados, en Colombia y en diferentes lugares del mundo, los sistemas de generación eléctrica que necesitan energía solar como recurso, son factibles si los gobiernos cuentan con políticas para incentivar su implementación mediante el aporte de incentivos tributarios y económicos. Para el caso de Colombia, la firma de la ley 1715 del 2014 es el primer paso para que dicha tecnología sea viable de implementar en el mercado nacional.

## Capítulo 2

### Diseño de la Investigación

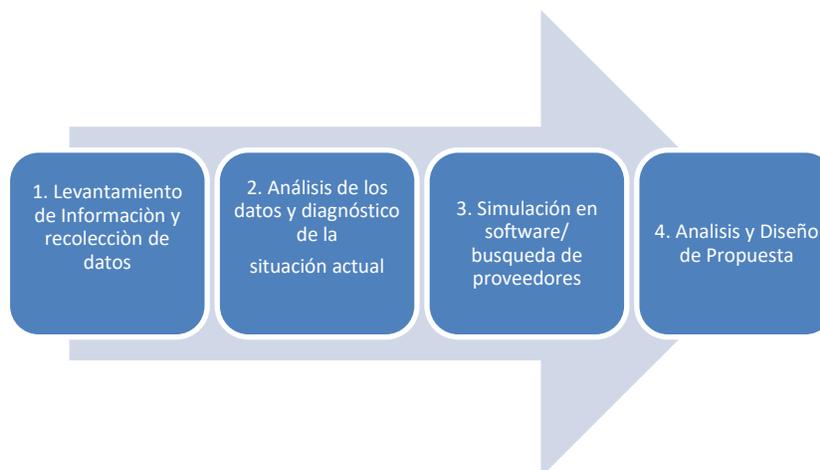
En este apartado se presentan los métodos, las técnicas, las estrategias, y los procedimientos que se emplearan a lo largo del presente proyecto dar cumplimiento a cada uno de los objetivos formulados en la investigación.

El Marco Metodológico de acuerdo con Ballestrini (2002) tiene como objetivo:

(...)Situarse, en el lenguaje de investigación, los métodos e instrumentos que se emplearán en la investigación planteada, desde la ubicación acerca del tipo de estudio y el diseño de la investigación; su universo o población; su muestra; los instrumentos y las técnicas de recolección de datos. De esta manera se proporcionará al lector una información detallada acerca de cómo se realizará la investigación" (p.186).

De acuerdo a lo anterior a continuación se relaciona la estructura metodológica para el desarrollo del presente proyecto de grado; cabe mencionar que el proyecto se desarrollara en cuatro fases:

*Ilustración 17 - Fases del proyecto*



*Fuente: Elaboración propia*

## Tipo de Investigación

Para este proyecto se hizo uso de la investigación descriptiva, la cual a partir de herramientas como la observación, encuestas y análisis de contenidos permite identificar los componentes de un sistema fotovoltaico para el alumbrado público, adicional comprender los beneficios económicos, sociales y ambientales del uso de energías renovables.

## Metodología

La investigación realizada tiene como objetivo identificar factores relevantes en cuanto a las energías renovables y en especial a los sistemas fotovoltaicos autónomos, para realizar el diseño de un sistema fotovoltaico en los postes de alumbrado público del conjunto residencial Portal del Sol ubicado en la Localidad de Bosa. Este proyecto se divide en las siguientes fases:

**FASE 1.** - Documentación y comprensión de la teoría vinculada a los sistemas fotovoltaicos - Extracción de información referente a la radiación solar en las diferentes áreas geográficas de Colombia - Extracción de información referente a las leyes gubernamentales que incentivan la implementación de energías renovables, identificación de posibles proveedores.

**FASE 2.** Definición de la situación actual de la problemática y sus principales causas; Estudio del mercado colombiano: principales competidores y análisis de costos.

Se tendrá en cuenta la metodología marco lógico, ya que esta metodología contempla como factor importante la participación de los principales involucrados desde el inicio del proceso, lo que permite identificar los grupos y organizaciones que estén directa o indirectamente relacionados con el problema y analizar su dinámicas y reacciones frente al avance del presente proyecto; esto

permitirá darle mayor objetividad al proceso y fomentar un sentido de pertenencia por parte de los beneficiarios.

Por otra parte y de acuerdo con La Agencia Noruega para la Cooperación y el Desarrollo (NORAD) el marco lógico se convierte en una herramienta que mejora la calidad de los proyectos y permite : Clarificar el propósito y la justificación de un proyecto, Identificar las necesidades de información, Definir claramente los elementos clave de un proyecto, Analizar el entorno del proyecto desde el inicio, Facilitar la comunicación entre las partes implicadas, Identificar cómo habría que medir el éxito o el fracaso del proyecto, entre otros beneficios.

Cabe anotar que esta metodología contempla ciertas etapas que están inmersas en las fases mencionadas anteriormente.

**FASE 3.** Definición de variables financieras que permitan determinar la viabilidad en términos financieros de la implementación de un sistema fotovoltaico en un conjunto residencial identificación de un método estándar para el análisis de la viabilidad económica - Conducción de encuestas a los posibles beneficiados para conocer el conocimiento actual que tienen de la energía fotovoltaica y de los posibles beneficios con relación a la energía eléctrica.

**FASE 4.** Dimensionamiento de proyecto, Análisis financiero y flujo de caja proyectado. Variables a tomar en cuenta: TIR y VPN, Determinación de presupuesto para un diseño prototipo.

Adicionalmente la metodología empleada para el desarrollo de la investigación del proyecto aplicado consiste en la implementación de procesos para cada una de las etapas y actividades del proyecto que permita la realización de la propuesta del sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial así:

Inicialmente se realiza la definición del marco conceptual y teórico de la investigación, para el análisis y la articulación de los conceptos básicos del tema estudio.

Una vez definido el marco conceptual y teórico, el siguiente paso es realizar el estudio de la necesidad de la población objeto, para ello se realiza la recolección de los datos del proyecto mediante un levantamiento de la información con herramientas como, trabajo de campo con observación directa, entrevistas con líderes locales, encuestas a la población y juicio de expertos.

Se realizará una encuesta a los residentes del conjunto Portal del Sol en la cual se contempla identificar:

- Si los usuarios tienen conocimiento sobre los sistemas fotovoltaicos
- Validar si los residentes del conjunto son cocientes del consumo de luz que se generan en los parqueaderos
- Indagar con los residentes si están de acuerdo de hacer uso de la radiación solar para producir energía.

Para recopilar la información descrita anteriormente se hará uso del siguiente formulario de Google:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScmKoyocuA6JX3ZoxJX-G6pHUIgEr0i2DsNiNwl-wAMqJx\\_0A/viewform?vc=0&c=0&w=1](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScmKoyocuA6JX3ZoxJX-G6pHUIgEr0i2DsNiNwl-wAMqJx_0A/viewform?vc=0&c=0&w=1)

Ver Anexo1. Encuesta Alumbrado Foto-voltaico

Como paso seguido se realiza el análisis de la información obtenida, análisis de la demanda del recurso solar y de la demanda que permita determinar el estudio técnico del proyecto, los beneficios ambientales, sociales y económicos y el análisis financiero de la

propuesta. Analizada la información se identifican las posibles fuentes de financiación y los proveedores del proyecto.

El siguiente paso es la realización del diseño y la evaluación de la propuesta donde mediante asesorías de expertos como ingenieros electrónicos se define la propuesta a presentar.

Finalmente, se realizan las conclusiones y recomendaciones del proyecto con la presentación de la propuesta del sistema fotovoltaico.

### **Población y Muestra**

Para el desarrollo del proyecto se realizó una encuesta a los residentes, administradores y consejeros del conjunto residencial Portal del Sol, con el objetivo de identificar si conocen sobre las energías renovables y si están de acuerdo con la implementación de paneles solares para la optimización de energía en el parqueadero del conjunto el cual está ubicado en la localidad de Bosa. Se envió vía correo electrónico el enlace de la encuesta la cual se detalla en el anexo 1, se espera que por lo menos el 70% de las personas la diligencien con el objetivo de obtener una muestra más acertada.

### **Diseño de variables**

#### **Variable Independiente:**

- Beneficios de un sistema fotovoltaico
- Listado de proveedores de sistemas fotovoltaicos
- Materiales de un sistema fotovoltaico

#### **Variable Dependiente:**

- Consumo de energía eléctrica en los postes de alumbrado público

- Radicación solar en la localidad de Bosa

## Recolección de información

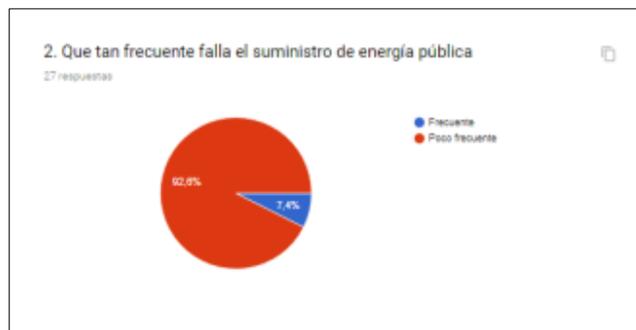
Se realizó una encuesta a los residentes del conjunto con el objetivo de evaluar la calidad del alumbrado público, si conocen sobre los sistemas fotovoltaicos y validar si estarían de acuerdo en implementar el cambio de alumbrado público tradicional por el sistema fotovoltaico, se obtuvo una muestra de 27 personas encuestadas obteniendo los siguientes resultados:

*Ilustración 18 - Pregunta 1 de la encuesta*



*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 19 - Pregunta 2 de la encuesta*



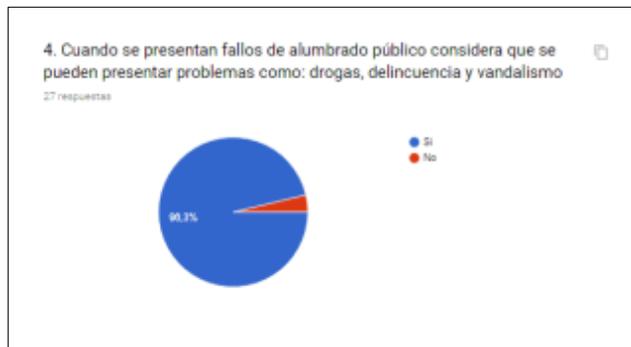
*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 20- Pregunta 3 de la encuesta*



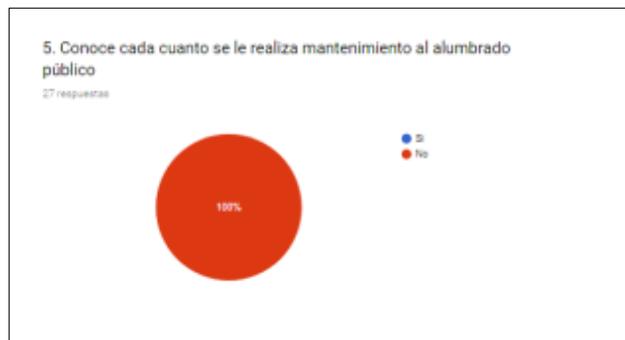
*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 21 - Pregunta 4 de la encuesta*



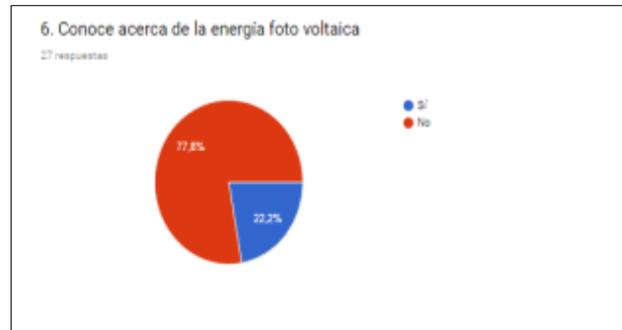
*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 22 - Pregunta 5 de la encuesta*



*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 23 - Pregunta 6 de la encuesta*



*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 24 - Pregunta 7 de la encuesta*



*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 25 - Pregunta 8 de la encuesta*



*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 26 - Pregunta 9 de la encuesta*



*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 27 - Pregunta 10 de la encuesta*



*Fuente: Elaboración propia*

## Capítulo 3

### Administración del proyecto

#### Acta de constitución del proyecto

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO				
<b>PROYECTO</b>	"Propuesta del diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial Portal del Sol de la ciudad de Bogotá para demostrar los beneficios sociales, económicos y ambientales de su implementación".			
<b>PATROCINADOR</b>	Equipo Investigador del Proyecto			
<b>PREPARADO POR:</b>	Equipo del proyecto.	DIA 03	MES 09	AÑO 2019
<b>REVISADO POR:</b>	Equipo del proyecto	DIA 05	MES 09	AÑO 2019
<b>APROBADO POR:</b>	Líder del Proyecto	DIA 09	MES 09	AÑO 2019
BREVE DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO DEL PROYECTO				
Proyecto aplicado de tipo descriptivo que mediante la aplicación de herramientas metodológicas de gestión de proyectos como el marco lógico, tiene como fin presentar una propuesta de energía renovable mediante el diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial Portal del Sol de la ciudad de Bogotá, como alternativa de contribución al mejoramiento de la calidad de vida de la población de la localidad de Bosa, de la calidad del aire de la ciudad y al aporte en las metas ambientales del país.				
<b>OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE LA ORGANIZACIÓN</b>	<b>PROPÓSITO DEL PROYECTO</b>			
Planificar la gestión de proyectos mediante la transferencia social de conocimiento a proyectos de desarrollo tecnológico que contribuya de manera innovativa a la solución problemas ambientales.	Proponer el diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial, para demostrar los beneficios sociales, económicos y ambientales de su implementación.			
OBJETIVOS DEL PROYECTO				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer el diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial Portal del Sol de la ciudad de Bogotá para demostrar los beneficios sociales, económicos y ambientales de su implementación.</li> <li>• Determinar la necesidad técnica requerida para el sistema fotovoltaico en los parqueaderos del conjunto residencial Portal del Sol.</li> <li>• Presentar por medio de simulador de software el sistema fotovoltaico adecuado para las necesidades del conjunto Portal del Sol.</li> <li>• Mostrar los beneficios ambientales, económicos y sociales al hacer uso de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial</li> <li>• Generar recomendaciones para el mantenimiento de sistema fotovoltaicos que permita a los residentes del conjunto la orientación del manejo y soporte este sistema.</li> </ul>				
FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO DEL PROYECTO				

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de la colaboración de los residentes, consejo o administración del conjunto en suministrar información del consumo de energía.</li> <li>• Sobrecostos del proyecto.</li> <li>• Aprobación del diseño propuesto.</li> <li>• Se solicite adaptar el diseño del sistema para los demás postes de alumbrado público del conjunto.</li> <li>• Identificación de pocos proveedores para cotización de materiales y del mantenimiento del sistema.</li> </ul>	
<b>REQUERIMIENTOS DE ALTO NIVEL</b>	
<b>El producto:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuesta con diseño del sistema fotovoltaico.</li> <li>• Beneficios de un sistema fotovoltaico.</li> <li>• Listado de proveedores de sistemas fotovoltaicos.</li> <li>• Software de simulación.</li> <li>• Materiales de un sistema fotovoltaico.</li> <li>• Consumo de energía eléctrica en los postes de alumbrado público.</li> <li>• Radicación solar en la localidad de Bosa.</li> </ul>	
<b>EXTENSIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO</b>	
<p>El proyecto “Propuesta del diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial Portal del Sol de la ciudad de Bogotá para demostrar los beneficios sociales, económicos y ambientales de su implementación”, es un proyecto de tipo descriptivo que abarca desde la fase inicial con el levantamiento de información y recolección de datos, hasta la fase final de análisis de resultados y diseño de la propuesta; su desarrollo será llevado a cabo en conjunto residencial Portal del Sol localidad de Bosa; se analizará una población representada en los residentes del conjunto y se enmarca en un área de beneficio social. Las variables más importantes relacionadas con los resultados del proyecto son: los beneficios, listado de proveedores y materiales del sistema fotovoltaico. Su contribución al sector social radica en la generación de alternativas medioambientales para la comunidad y el país, pues sus conclusiones aportarán elementos que muestran la importancia en la implementación de un sistema de energía renovables, como alternativa de contribución al mejoramiento de la calidad de vida de la población de la localidad de Bosa, de la calidad del aire de la ciudad y al aporte en las metas ambientales del país.</p>	
<b>FASES DEL PROYECTO</b>	<b>PRINCIPALES ENTREGABLES</b>
Fase I - Levantamiento de Información y recolección de datos.	<p><b>Proceso de Iniciación:</b> Acta de constitución del proyecto. -Registro de Interesados</p> <p><b>Proceso de Planificación:</b> -Plan para la Dirección del Proyecto.</p> <p><u>Gestión del Alcance:</u> -Plan de Gestión del Alcance. -Estructura de Desglose de Trabajo - Cronograma del Proyecto.</p> <p><u>Gestión de Costos:</u> - Plan de Gestión del Costo - Estimación de Costos.</p> <p><u>Gestión de Calidad:</u> - Plan de Gestión de Calidad Gestión de RRHH:</p> <p><u>Gestión de Comunicación:</u> - Plan de Gestión de Comunicaciones</p> <p><u>Gestión de Riesgos:</u> - Plan de Gestión de Riesgos</p> <p><b>Proceso Ejecución:</b> Documentación de la teoría vinculada a los sistemas fotovoltaicos. Marco referencial. Estado del arte</p>

	Árbol de problemas
Fase II - Análisis de los datos y diagnóstico de la situación actual	- Encuestas. - Marco lógico del proyecto - Listado de proveedores de sistemas fotovoltaicos
Fase III - Estudio Financiero.	- Variables económicas y financieras del proyecto
Fase IV - Análisis y Diseño de Propuesta	- Propuesta del diseño. - Estudio técnico del proyecto. - Resultados de la Simulación - Manual de mantenimiento del sistema. - Beneficios ambientales económicos y sociales de la propuesta. - listado de materiales del sistema fotovoltaico.
<b>INTERESADOS CLAVES</b>	
<b>INTERESADOS INTERNOS</b>	<b>INTERESADOS EXTERNOS</b>
1. Asesor Proyecto de investigación - Docente UNAD	1. Proveedor de Software
2. Líderes del Proyecto: Jenniffer Blanco Castillo, José Daniel Colmenares, Yenny Yassiris Gómez Pinilla	2. Encuestador
3. Residentes del Conjunto	3. Ingeniero eléctrico.
4. Administradora del Conjunto.	
5. Concejo del conjunto.	
<b>RIESGOS</b>	
1. Generar costos no planeados en el proyecto	
2. Disponibilidad de la información en el conjunto en relación con consumo de energía eléctrica, planos, etc.	
3. Diseño del sistema que no cumpla con las necesidades de consumo de energía del conjunto.	
4. caducidad del software versión gratuita y no se termine el diseño del sistema fotovoltaico.	
5. Incumplimiento del cronograma.	
6. Pérdida de la información de diseño y documentación del proyecto.	
<b>HITOS PRINCIPALES DEL PROYECTO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redacción anteproyecto.</li> <li>• Simulación del diseño.</li> <li>• Presupuesto del proyecto.</li> <li>• Presentación del proyecto a la comunidad educativa.</li> <li>• Evaluación del proyecto.</li> </ul>	
<b>PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>	

El valor del presupuesto del proyecto es de Cuatro Millones Novecientos Cincuenta y Dos Mil Pesos (\$ 4.952.000), costo asumido 100% por el equipo investigador del proyecto.
<b>LIDER ASIGNADO AL PROYECTO</b>
EQUIPO DE TRABAJO
<b>AUTORIZACIÓN ACTA</b>
PATROCINADOR: NA
AUTORIDAD ASIGNADA: Pares evaluadores UNAD

### Plan de gestión de la calidad

Todos los miembros del equipo deben asegurarse de que el trabajo se ha completado en un nivel adecuado de calidad llevando control en cada uno de los paquetes de trabajo individuales a la entrega final del proyecto. Los siguientes son los roles y responsabilidades de calidad para el presente proyecto; teniendo en cuenta que es una propuesta de diseño, cabe anotar que el patrocinador del proyecto es responsable de aprobar todas las normas de calidad para el Proyecto, revisará todas las tareas y entregables del proyecto para asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos y aprobados y firmará la aceptación final de la prestación del proyecto.

Los líderes de Proyecto son responsables de la gestión de calidad en toda la duración del proyecto, así como de la ejecución del Plan de Gestión de Calidad, garantizando que todas las tareas, procesos y documentación correspondan con el plan. Los líderes de proyecto son responsables de desarrollar e implementar el Plan de Gestión de la Calidad, recomendando herramientas y metodologías para el seguimiento de la calidad y las normas aceptables, de esta manera se llevarán registros de todo el proyecto para mantener el control de calidad. Los demás miembros del equipo del proyecto, así como las partes interesadas serán responsables de asistir a

los líderes de proyecto en el establecimiento de estándares y comunicar cualquier inquietud con respecto a la calidad del mismo. Para el control de calidad se utilizarán herramientas y metodologías para asegurar que todos los entregables del proyecto cumplen con los estándares de calidad aprobados, de requerirse cambios deben ser aprobados por el patrocinador y revisados por la junta de control de cambios, asimismo, todas las solicitudes de cambio se registran en el registro de control de cambios por los líderes de proyecto y se realizará el seguimiento hasta su finalización, posteriormente debe comunicar los cambios al equipo del proyecto y realizar la actualización de todos los planes y la documentación del proyecto. La garantía de calidad se asegurará de que todos los procesos utilizados en la realización del proyecto cumplen con los estándares de calidad aceptable, a través de normas de procesos para maximizar la eficiencia y reducir al mínimo los residuos. Documentos de referencia:

- NTC ISO 10005:2005 Sistemas de Gestión de la Calidad. Directrices para los planes de la calidad.
- NTC ISO 9001:2008 Sistemas de Gestión de la calidad. Requisitos.

- **DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

SGC.: Sistema de gestión de la calidad

ZNI: Zonas no interconectadas

NTC: Norma técnica colombiana

IPSE: Instituto de Planificación y promoción de Soluciones Energéticas Para Las Zonas No Interconectadas.

**Identificación de la necesidad del plan de calidad.**

- El presente proyecto adapta este Plan de calidad con el fin de:

- Mostrar como el SGC se aplica al proyecto
- Cumplir con los requisitos legales, reglamentarios y del cliente
- Desarrollar y validar nuevos productos y/o procesos
- Demostrar, interna y/o externamente, cómo se cumplirá con los requisitos de la calidad
- Organizar y gestionar actividades para cumplir los requisitos de calidad, objetivos de la calidad e indicadores de gestión,
- Optimizar el uso de recursos para el cumplimiento de los objetivos de la calidad  
Minimizar el riesgo de no cumplir los requisitos de la calidad.

**Alcance:**

El alcance del proyecto hace referencia a la propuesta del diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial Portal del Sol de la ciudad de Bogotá, localizado en la localidad de bosa , se conforma de 10 torres conformadas por 6 pisos y cada piso cuenta con cuatro (4) apartamentos, lo que equivale a 240 unidades residenciales, adicional cuenta con dos (2) salones comunales, un cuarto de bombas, recepción, administración, bicicleteros y una zona de parqueaderos. Incluye Administración del proyecto, Acta de constitución del proyecto, Plan de gestión de calidad, Plan de gestión de riesgos, plan de comunicaciones, Participantes del proyecto, recursos humanos, institucionales, presupuesto y cronograma.

Como limitantes del proyecto se tiene principalmente las siguientes: sobrecostos del proyecto, que el software caduque por ser gratuito y no poder finalizar el diseño del sistema fotovoltaico, no contar con un experto electrónico, pérdida de información.

Tabla 3 - Gestión de la Calidad en el proyecto

	<b>GRUPO DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN</b>	<b>GRUPO DE PROCESOS DE EJECUCIÓN</b>	<b>GRUPO DE PROCESOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL</b>	<b>GRUPO DE PROCESOS DE CIERRE</b>
<b>Gestión de la Calidad en el proyecto</b>	Dentro de la planificación de la actividad, se realizó el levantamiento de la información y la recolección de los datos por medio de encuestas	Dentro del avance de actividades se llevó a cabo un análisis de los datos y se generó un diagnóstico de la situación actual.  Para el avance de actividades mes a mes se reportaba un informe dando cumplimiento al cronograma de actividades	Se realizó una simulación en software, al tiempo que se buscaron proveedores, estableciendo costos.  Dentro de las actividades de seguimiento y control, se contaba con el seguimiento al cronograma de actividades.	Se realiza un análisis y diseño de la propuesta.  Las actividades se realizaban teniendo en cuenta la revisión del área de medio ambiente y el desarrollo y

Fuente: Autoría Propia

## Plan de gestión de riesgos

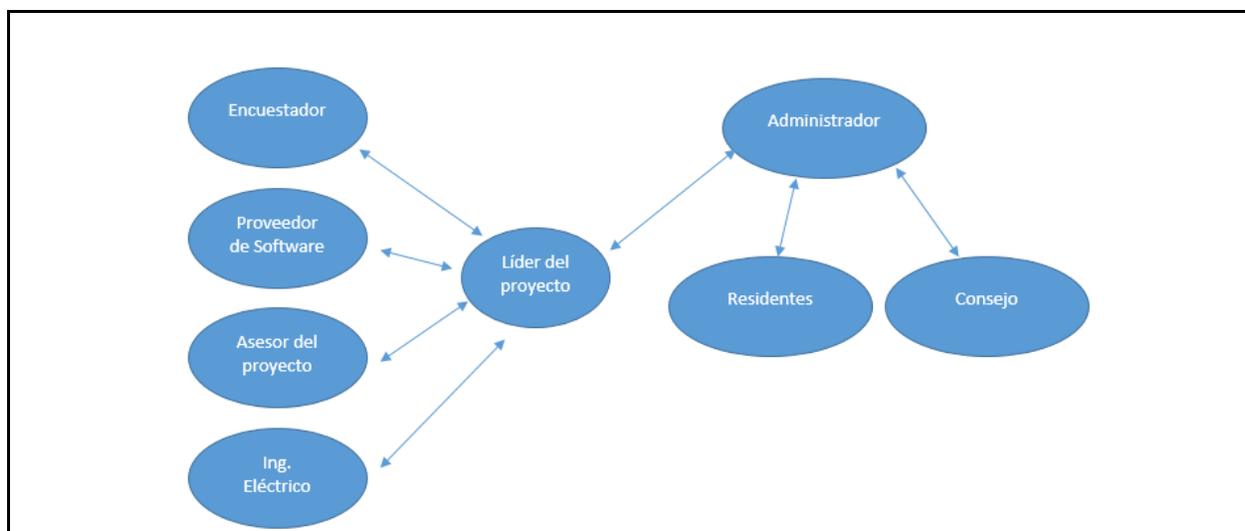
Ilustración 28 - Plan de gestión de riesgo

#	Descripción del problema	Riesgo	Tipo de Riesgo		Categoría de Riesgo	Objetivo de proyecto afectado				Tipo de Impacto		Probabilidad	Valoración de Impacto				Probabilidad por Impacto				Valoración Global del Riesgo	Prioridad	Responsable	Plan de Respuesta predeterminado
			Amenaza	Oportunidad		Alcance	Tiempo	Costo	Calidad	Directo	Indirecto		Alcance	Tiempo	Costo	Calidad	Alcance	Tiempo	Costo	Calidad				
1	Software gratuito con caducidad	No terminar el diseño del sistema fotovoltaico	X		Proveedores		X	X	X	X		0,03	0,00	0,10	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Baja	Lider del Proyecto	Adquirir 2 proveedores de software gratuito
2	Desinterés por el administrador del conjunto	No contar con la información del conjunto como: planos, consumo de energía	X		Cliente	X	X			X		0,05	0,10	0,10	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	Baja	Administrador	Generar reuniones semanales para mostrar avance del proyecto. Manejar una comunicación acertiva
3	No contar con un experto electrónico	Diseño de sistema que no suple las necesidades de consumo eléctrico del conjunto	X		Proveedores	X	X	X	X	X		0,10	0,50	0,50	0,50	0,50	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	Medio	Lider del Proyecto	Buscar 2 expertos técnicos
4	Sobrecostos del proyecto	Generar costos no planeados dentro del proyecto	X		Lider del proyecto	X	X	X		X		0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Baja	Lider del Proyecto	Dentro del proyecto incluir reserva de contingencia Recalcular los costos Generar estudio de
5	Perdida de información	Pérdida del diseño del sistema y documentación del proyecto	X		Lider del proyecto	X	X	X		X		0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Baja	Lider del Proyecto	Cada uno de los 3 líderes de proyecto deben contar con la última versión del documento y simulación. Cada actualización se debe compartir a los demás líderes

Fuente: Elaboración propia

## Plan de comunicaciones

<b>Información del proyecto</b>						
<b>Empresa/Organización:</b> Conjunto residencial Portal del Sol						
<b>Proyecto:</b> Diseño de sistema fotovoltaico para el alumbrado de parqueaderos						
<b>Patrocinador:</b> Residentes del conjunto						
<b>Gerente de Proyecto:</b> Daniel Colmenares/Yenny Gomez/Jennifer Blanco						
<b>Restricciones y premisas</b>						
* Cualquier avance, cambio o riesgo del proyecto debe ser informado inicialmente a la administradora del conjunto, lo anterior para mantener el proyecto en reserva y evitar falsas expectativas del residente						
* En caso de requerir reuniones con la administradora se debe tener presente el horario de atención de ella: Lunes y martes de 2 a 4 pm y sábados de 9 am a 12 pm						
* Para la instalación de publicidad o carteleras informativas en el tablero de la recepción del conjunto se debe tener aval de la administradora						
<b>Requisitos de comunicaciones de los interesados</b>						
* De acuerdo a PMBOOK se debe contar con 28 canales o rutas de comunicación, por lo cual se describen algunas de ellas: volantes, email, informes, entrevistas, mensajería de texto, mensajería de WhatsApp, llamadas, video conferencias						
<b>Tabla de requerimientos de la comunicación del proyecto</b>						
<b>Comunicación</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Formato</b>	<b>Medio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Responsable</b>	<b>Audiencia / Receptores</b>
Avances del proyecto	Informar sobre los avances del proyecto	Email Documento del proyecto	Digital Físico	Semanal	Líder del proyecto	* Administradora * Residentes * Consejo * Asesor de proyecto
Resultados de las encuestas	Informar el resultado y tabulación de la encuesta realizada a los residentes	Email	Digital	Una sola vez	Encuestador	* Líder de proyecto
Cambios del proyecto	Informar los cambios requeridos para mejorar o cambiar el alcance del proyecto	Email	Digital	Cuando se requiera	Administrador	Líder del proyecto
Riesgos del proyecto	Informar los riesgos que pueden llegar a materializarse a lo largo del proyecto y las acciones a realizar para su mitigación	Email	Digital	Cuando se requiera	Líder del proyecto	* Administradora * Residentes * Consejo * Asesor de proyecto
<b>Flujo de la comunicación</b>						



### Participantes del proyecto

- Asesor Proyecto de investigación - Docente UNAD
- Líderes del Proyecto: Jenniffer Blanco Castillo, José Daniel Colmenares, Yenny Yassiris Gómez Pinilla.
- Residentes del Conjunto.
- Administradora del Conjunto.
- Concejo del conjunto.
- Ingeniero eléctrico.
- Proveedor de Software
- Encuestador

## Recursos Humanos

Tabla 4 - Tabla de Involucrados

Grupos	Interés	Problemas Percibidos	Mandatos y recursos
Residentes del Conjunto	Beneficiario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio ambiente contaminado</li> <li>• Costos elevados en el consumo de energía comunal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listado de proveedores de materiales y soporte del sistema</li> </ul>
Administradora del Conjunto	Cooperante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos elevados en el consumo de energía comunal</li> <li>• Mantenimiento constante de luces tradicionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual de usuario</li> <li>• Manual de soporte y mantenimiento</li> </ul>
Concejo del Conjunto	Cooperante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos elevados en el consumo de energía comunal</li> <li>• Mantenimiento constante de luces tradicionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual de usuario</li> <li>• Manual de soporte y mantenimiento</li> </ul>
Ingeniero Eléctrico	Cooperante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas de infraestructura eléctrica</li> <li>• Problema de polución que perjudica la radiación solar</li> <li>• Ubicación de los paneles solares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual de soporte y mantenimiento</li> <li>• Diseño del sistema fotovoltaico</li> </ul>
Líderes de proyecto	Cooperante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No contar con los recursos necesarios para el proyecto</li> <li>• Falta de interés del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acta de constitución</li> <li>• Plan de gestión de riesgos</li> <li>• Plan de gestión de la calidad</li> </ul>
Encuestador	Cooperante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de tiempo para la aplicación de encuesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta y tabulación de resultados</li> </ul>
Proveedor de Software	Cooperante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No recibir el pago oportuno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrato o factura del software adquirido</li> </ul>
Asesor Proyecto	Cooperante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correcciones al proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asesorías del proyecto</li> </ul>

Tabla 5 - Recursos Disponibles

Materiales	Legales	Humano	Económico
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software de simulación de sistema fotovoltaicos</li> <li>• Planos del conjunto residencial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley 51 de 1999</li> <li>• Decreto 2119 del 1992</li> <li>• Ley 142 de 1994</li> <li>• Ley 143 de 1994</li> <li>• Decreto 1262 de 1997</li> <li>• Ley 697 del 2001</li> <li>• Ley 788 del 2002</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Eléctrico</li> <li>• Administradora del Conjunto</li> <li>• Consejo del conjunto</li> <li>• Gestores de proyectos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Asesoría ingeniero eléctrico: \$120.000</li> <li>• 2. Un encuestador: \$30.000</li> <li>• 3. equipo portátil: \$700.000</li> <li>• 4. Impresora: \$400.000</li> <li>• 5. Software de simulación de sistemas fotovoltaicos PV*Sol 2019</li> <li>• 6. Papelería y material de oficina: \$200.000</li> <li>• 7. Manual De Energía Solar Fotovoltaica: Usos, Aplicaciones y Diseño (spanishEdition): \$86.000</li> <li>• 8. Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos (Guía del Pmbok) 6ª edición: \$316.000</li> </ul>

## Institucionales

Entidades que participan en el proyecto de investigación:

- Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
- Concejo del Conjunto.

## Presupuesto

Para el presupuesto no hay recursos externos, todos serán suministrados por los investigadores del proyecto:

*Tabla 6 - Presupuesto*

RECURSO	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO
<b>Equipo Humano</b>	-Asesoría Ingeniero Electrónico (6 sesiones)	\$120.000
	-Un (1) encuestador (día)	\$30.000
<b>Equipos y Software</b>	-Un (1) computador portátil hp.	\$700.000
	-Una (1) impresora Epson.	\$400.000
	-Software para el diseño de sistema fotovoltaicos PV*Sol 2019	3.000.000
<b>Salidas de Campo</b>	Dos salidas de campo	\$100.000
<b>Materiales y suministros</b>	Papelería y materiales de oficina	\$200.000
<b>Bibliografía</b>	-Manual De Energía Solar Fotovoltaica: Usos, Aplicaciones y Diseño (spanishEdition)	\$ 86.000
	-Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos (Guía del Pmbok) 6ª edición.	\$316.000
<b>TOTAL:</b>		<b>\$4.952.000</b>

## Cronograma de evaluación

*Ilustración 29 - Cronograma desarrollo del proyecto*

	📌	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Nombres del Recurso
2	📌	Marco Teorico	11 days	1/07/19 08:00 AM	15/07/19 05:00 PM	Gerente de proyecto
3	📌	Marco Conceptual	9 days	12/07/19 08:00 AM	24/07/19 05:00 PM	Gerente de proyecto
4	📌	Marco Geografico	5 days	23/07/19 08:00 AM	29/07/19 05:00 PM	Gerente de proyecto
5	📌	Identificación de la necesidad electrica	5,333 days	26/07/19 08:00 AM	2/08/19 10:40 AM	Gerente de proyecto;Admini...
6	📌	Analisis de planos del conjunto	1 day?	11/11/19 08:00 AM	11/11/19 05:00 PM	Ing Electrico
7		<b>Fase 2 - Identificación de proveedores</b>	61 days?	<b>19/08/19 08:00 AM</b>	<b>11/11/19 05:00 PM</b>	
8	📌	Busqueda de proveedores	5 days	19/08/19 08:00 AM	23/08/19 05:00 PM	Gerente de proyecto
9	📌	Analisis de costos	5 days	26/08/19 08:00 AM	30/08/19 05:00 PM	Gerente de proyecto
10	📌	Encuesta a los residentes del conjunto	5 days	2/09/19 08:00 AM	6/09/19 05:00 PM	Papeleria;Encuestador;Equi...
11	📌	Identifiación de Stakeholder	1 day?	11/11/19 08:00 AM	11/11/19 05:00 PM	Gerente de proyecto;Conse...
12		Plan de comunicación	1 day?	11/11/19 08:00 AM	11/11/19 05:00 PM	Gerente de proyecto
13		<b>Fase 3 - Analisis de datos</b>	46 days?	<b>9/09/19 08:00 AM</b>	<b>11/11/19 05:00 PM</b>	
14	📌	Recolección de datos	14 days	9/09/19 08:00 AM	26/09/19 05:00 PM	Equipo portatil;Impresora;G...
15	📌	Analisis de datos	9 days	26/09/19 05:00 PM	9/10/19 05:00 PM	Gerente de proyecto;Equip...
16	📌	Cuadro de beneficios	3 days	9/10/19 05:00 PM	14/10/19 05:00 PM	Gerente de proyecto
17		Acta de constitución del proyecto	1 day?	11/11/19 08:00 AM	11/11/19 05:00 PM	Gerente de proyecto
18		Plan de gestión de riesgos	1 day?	11/11/19 08:00 AM	11/11/19 05:00 PM	Gerente de proyecto;Guía P...
19		<b>Fase 4 - Diseño del sistema</b>	36 days	<b>14/10/19 05:00 PM</b>	<b>3/12/19 05:00 PM</b>	
20	📌	Diseño del sistema	17 days	14/10/19 05:00 PM	6/11/19 05:00 PM	Gerente de proyecto;Ing EL...
21	📌	Elaboración de manual de manteniemento	7 days	6/11/19 05:00 PM	15/11/19 05:00 PM	Gerente de proyecto;Softw...
22	📌	Presentación de costos	7 days	15/11/19 05:00 PM	26/11/19 05:00 PM	Gerente de proyecto
23	📌	Presentación del proyecto	5 days	26/11/19 05:00 PM	3/12/19 05:00 PM	Gerente de proyecto

*Fuente: Elaboración propia*

## Capítulo 4

### Resultado de la investigación

De acuerdo al análisis de la encuesta realizada se puede determinar que gran parte de los residentes del conjunto no se encuentran satisfechos con el alumbrado público y de acuerdo a observación se puede determinar que el inconformismo no es por la intermitencia del servicio sino por la calidad del alumbrado, ya que actualmente hacen uso de luces alógenas y no Luces led que es lo que se esperar ofrecer con un sistema fotovoltaico.

Se puede determinar que los residentes no tienen conocimiento del esquema de mantenimiento de alumbrado público, se puede notar el motivo por el cual aún no se ha cambiado por lo menos de tipos de lámparas por unas de consumo más económico y mejor alumbrado, por lo cual se determina que de acuerdo a la aprobación de los residentes y a las preguntas generadas, la implementación de un sistema fotovoltaico para el alumbrado público sería de gran acogida en el conjunto e invitaría a los residentes a apropiarse de este tipo de tecnología y generar mayor valoración económica a la propiedad horizontal.

### Informe resultado trabajo de campo

Comparación entre energía convencional Vs energía renovable

*Tabla 7 - Cuadro comparativo energía convencional Vs energía renovable*

<b>Criterio</b>	<b>Convencional</b>	<b>Renovable</b>
<b>Fuente</b>	Combustibles fósiles y nucleares	Uso de materiales inagotables: aire, sol, agua, basuras
<b>Contaminación</b>	100%	5%
<b>Proyección de uso de fuente</b>	Limitada	Inagotable

<b>Costo Inicial</b>	Es inferior debido a que en la actualidad se cuenta con las plantas de procesamiento de materiales fósiles	Elevada ya que se debe realizar la compra e instalación de infraestructura
<b>Costo Uso</b>	Superior ya que se deben cancelar aranceles a los dueños de las productoras de energía, al gobierno y por ser la más usada en la actualidad	Más económica debido a que no requiere de fuentes de energía que deben pagar, adicional que su mantenimiento es más eficiente

Se realiza un estudio previo para identificar los componentes, características y funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos autónomos, adicional se investiga sobre las necesidades energéticas de alumbrado público en el conjunto residencial Portal del Sol de la localidad de Bosa para identificar cual sistema se adapta mejor a las necesidades del conjunto y de esta manera poder diseñar un sistema fotovoltaico para los postes de luz ubicados en los parqueaderos del conjunto residencial.

### **Análisis de datos y discusión de resultados**

Beneficios ambientales, sociales y económicos de un sistema fotovoltaico

Los beneficios ambientales, sociales y económicos del uso de las energías renovables a través de los sistemas fotovoltaicos son varían en diferentes aspectos en los cuales tenemos:

#### *Ambientales.*

- Es una energía Renovable e Inagotable.
- No contaminante. Permite reducir considerablemente emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), donde se estima que por kilovatio hora (KWh) reduce un 0.6 Kg/KWh de emisiones de CO<sub>2</sub> (Gómez, Jhonnatan, Murcia y Jairo 2018).

- Evita el calentamiento global.
- Reduce el uso de combustibles fósiles.
- Reduce las importaciones energéticas.
- La producción de energía solar no produce contaminación acústica por ruidos, un aspecto importante a tener en cuenta para su instalación en áreas urbanas. Por otro lado, no genera residuos ya que no requieren mantenimiento y su vida útil supera con creces a la de otros sistemas de producción de energía. De hecho, están diseñadas para soportar el impacto ambiental en situaciones climatológicas extremas.
- Sociales.
- Genera riqueza y empleo local.
- Contribuye al Desarrollo sostenible.
- Disminuye la dependencia y permite a los países desarrollar en su gran mayoría tecnologías propias.
- Posibilidad de proveer electricidad en ubicaciones remotas, donde el coste de instalar líneas de distribución eléctrica es demasiado elevado o inviable.
- Mejora la seguridad de la red. Es un beneficio indirecto importante que repercute directamente en la eficiencia de la red frente a los habituales problemas de apagones y bajadas de tensión. La posibilidad de introducir energía solar proveniente de miles o incluso millones de centrales individuales productoras de energía, proporciona una mayor seguridad en la red frente al riesgo de sobrecargas o incendios en centros de transformación.
- La mayor parte del coste económico proviene de la propia instalación de los sistemas de paneles solares, por lo que se fomenta la creación de empleo local. Por tanto, el uso

generalizado de estos sistemas impulsa la creación de empleo y repercute en la economía de la zona.

### *Económicos*

- La producción de energía limpia proveniente del sol supone un ahorro económico importante, ya que es una fuente inagotable de energía que no está sujeta a las fluctuaciones de los mercados ni a los efectos derivados de la especulación.
- Esta tecnología busca consigo traer la reducción de fuentes de energía convencionales reduciendo precios nacionales en generación.
- Sistemas fotovoltaicos es que su recurso energético es totalmente gratis y esta característica permite que la inversión asociada a dichos sistemas sea recuperable en un tiempo relativamente corto. Después de recuperada la inversión siempre se generarán ganancias.
- Cero costos de producción de energía, no precisa de ningún suministro exterior para su funcionamiento por lo que los costos de mantenimiento y producción de energía se reducen prácticamente a cero. El único coste asociado al uso de la energía solar es el derivado de la propia fabricación de los componentes y la instalación. Esto significa que, a pesar de la elevada inversión inicial, no hay ningún coste adicional asociado a su uso, por lo que la instalación se amortiza rápidamente.
- Menos pérdidas en el transporte de energía de larga distancia. Las pérdidas en el transporte y distribución de energía aumentan con el incremento de las distancias entre el punto de producción y el punto de suministro.

- La versatilidad de la instalación. La facilidad y sencillez de su montaje permite su instalación en casi cualquier lugar, aprovechando espacios sin uso definido, tanto en vertical como en horizontal.

En el proyecto los beneficios ambientales, económicos y sociales, además de las generalidades del sistema ya mencionados, se obtienen:

Beneficios tributarios establecidos en la ley 1715 de 2014, que ofrece grandes beneficios para personas naturales o jurídicas que implementen fuentes no convencionales de energía (FNCE) como: -Disminución del 50% en la declaración de renta. - Los generadores a pequeña y gran escala, podrán vender al SIN, el excedente de energía que ellos no consuman, según disponga la CREG. (Congreso de Colombia 2014) - Tasa de depreciación acelerada menor o igual al 20% anual (Congreso de Colombia 2014). - Todos los equipos y dispositivos utilizados en sistemas fotovoltaicos nacionales o importados estarán exentos de IVA (Congreso de Colombia 2014) entre otros beneficios.

#### Componentes y diseño del sistema

Se propone hacer uso de los 20 postes de luz del conjunto existentes y adaptarlos para instalar en ellos:

- Panel solar fotovoltaico con su estructura de fijación al poste
- Poste de Luz (Se puede utilizar el que actualmente se tiene instalado)
- Luminaria solar LED de 50 w, con encendido y apagado automático.
- Caja de protección, batería, sistema de control, protección y fijadores al poste
- Cableado luminaria al rack

*Ilustración 30 - Diseño de postes solares*



*Fuente: [http://www.esco-tel.com/luminarias\\_solares\\_para\\_alumbrado\\_publico.html](http://www.esco-tel.com/luminarias_solares_para_alumbrado_publico.html)*

Utilizan la radiación solar para ser capturada por medio de las celdas del panel fotovoltaico, este redirecciona la energía por el cableado al controlador el cual se encarga de distribuir la carga eléctrica a la batería de acuerdo a capacidad de carga de esta, en horas de la noche por medio de un sensor se enciende la lámpara led de forma automática y utiliza la energía almacenada en la batería para transformarla en luz.

El panel solar se enciende y apaga automáticamente al detectar la luz solar con el objetivo de optimizar los resultados del sistema y garantizar una vida útil más extensa, en caso de que no se cuente con buena radiación solar la batería cuenta con la capacidad de proporcionar energía suficiente para prestar el servicio de alumbrado por 2 días.

De acuerdo al consumo mensual de energía el cual es de 1229 en promedio en los últimos 6 meses, se realiza la simulación haciendo uso del software PV Solar- Valentine Software para

determinar los componentes que requiere el sistema y evidenciar la captura de radiación en el sistema fotovoltaico.

*Ilustración 31 - Factura de Codensa Agosto. Conjunto Residencial Portal del Sol*



*Fuente: Propia*

De acuerdo al consumo promedio mensual de energía eléctrica: 1229 Kwh y la cantidad de postes de alumbrado público (20 postes) de 50 Watts se puede determinar que:

Consumo diario= 50 W \* 12 horas= 600 W/h

Consumo anual= 600 W/h \* 365 días = 219.000 W/h = 219 Kwh

Consumo Total de las 20 lámparas = 4380Kwh

Consumo promedio mensual de las 20 lámparas = 4380 KWh/20 = 219Kwh

Esto último indica que del promedio de consumo mensual de energía (1229 KWh) el 17% del consumo corresponde al alumbrado de los parqueaderos y el excedente de consumo corresponde al consumo eléctrico de otros elementos tales como alumbrado de zonas comunes: escaleras, portería, salones comunales y cuarto de bombas.

## Beneficios económicos para los residentes del conjunto

De acuerdo a investigación de mercado si se desea adquirir los postes solares en vez de implementar un diseño integral de alumbrado público, se determina que cada poste puede costar entre \$500.000 a \$700.000, lo que equivale a un costo total para el conjunto de 12.000.000.

Tomando en cuenta que el conjunto está compuesto de 240 unidades residenciales se puede determinar que el costo de inversión se puede dividir entre los residentes y asignar una cuota de \$50.000 por apartamento, cuota que se puede manejar como extraordinaria de acuerdo a la aprobación o no aprobación del proyecto en la asamblea ordinaria que se efectúa anualmente.

Los residentes verían reflejado esta inversión en la disminución de su cuota de administración mensual de acuerdo a la disminución reflejada en el cobro de energía de las zonas comunes, adicional que se genera valorización de cada uno de los apartamentos, por ejemplo, en caso que un residente desee vender su apartamento puede ofrecer el sistema fotovoltaico como un valor agregado y asignar a la venta del apartamento una cifra superior tomando en cuenta la inversión que se realizó por parte del conjunto, los beneficios económicos en la cuota de administración, los beneficios ambientales que está generando y la adquisición de una tecnología innovadora.

## Como Codensa recibiría beneficios del proyecto

Basado en el cálculo de consumo de energía anual (4380 KWh) se realiza por medio del software PV Solar la simulación del sistema fotovoltaico que más se adapta a las necesidades del conjunto obteniendo los siguientes resultados.

*Ilustración 32 - Datos básicos de la simulación*

**Datos del proyecto**

Número de oferta: 111  
 Autor: Jennifer Blanco

**Datos del cliente**

Número de cliente: Portal del Sol  
 Persona de contacto: Jennifer Blanco Castillo  
 Empresa:  
 Teléfono: 30 32999650  
 Fax:  
 E-mail:  
 Dirección:

Puesta en marcha: 15/11/2019  
 Nombre del proyecto: Parquesoleros Solares  
 Representación del proyecto:  
 Cargar Eliminar

Descripción del proyecto: Diseño de postes solares para el parqueadero del conjunto residencial Portal del Sol en la localidad de Bosca

Dirección de la instalación:

Hay copias de seguridad restauradas disponibles. (Archivo > Copias de seguridad > Archivos recuperados)

*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 33 - Asignación de ubicación geográfica*

**Tipo de instalación, clima y red**

Tipo de instalación: Sistema PV autónomo

**Datos climáticos**

País		Ubicación	
Colombia		Bosca	
Latitud	4° 37' 32" (1,63°)	Suma anual de irradiación global	1384 kWh/m²
Longitud	-74° 12' 44" (-74,21°)	Medio anual de temperatura	14,1 °C
Huso horario	UTC-5		
Período de tiempo	1991 - 2020		
Resolución	Por hora		

[Parámetros de simulación](#)

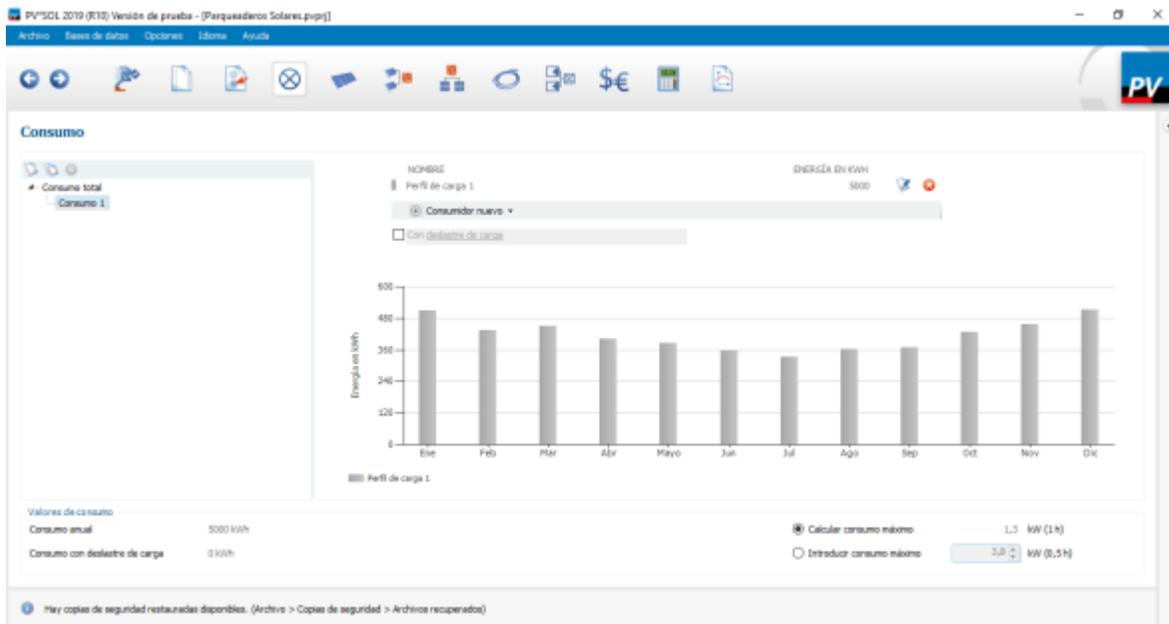
**Red de CA**

Tensión (V<sub>L-L</sub>): 220 V  
 Número de fases: 3-fase  
 006 φ

Hay copias de seguridad restauradas disponibles. (Archivo > Copias de seguridad > Archivos recuperados)

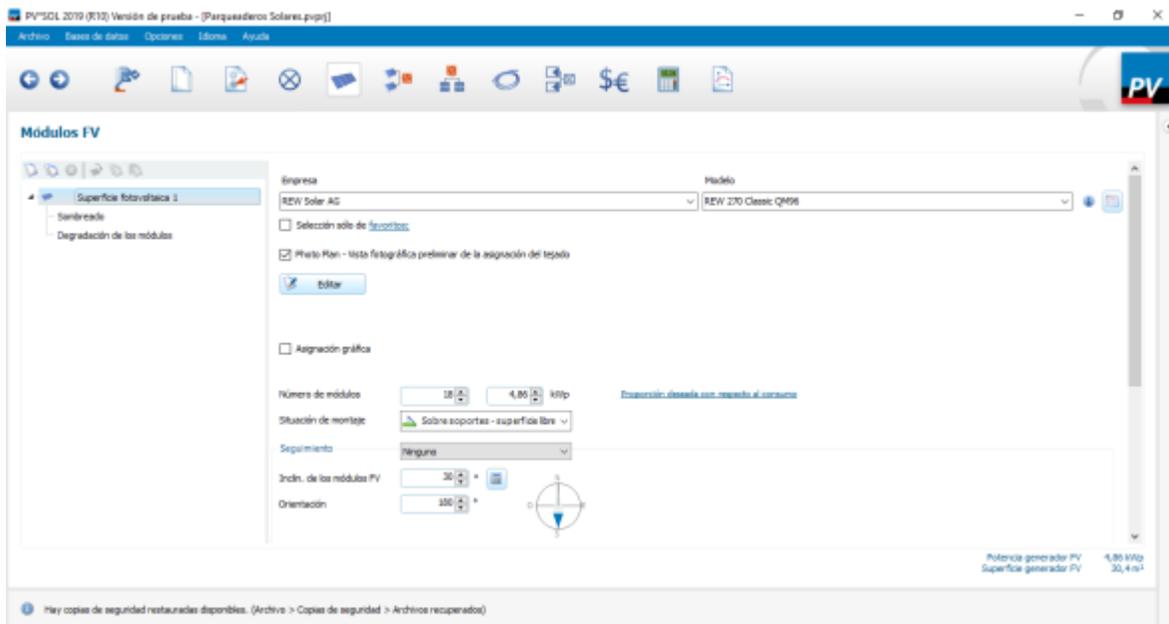
*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 34 - Consumo promedio anual y mensual*



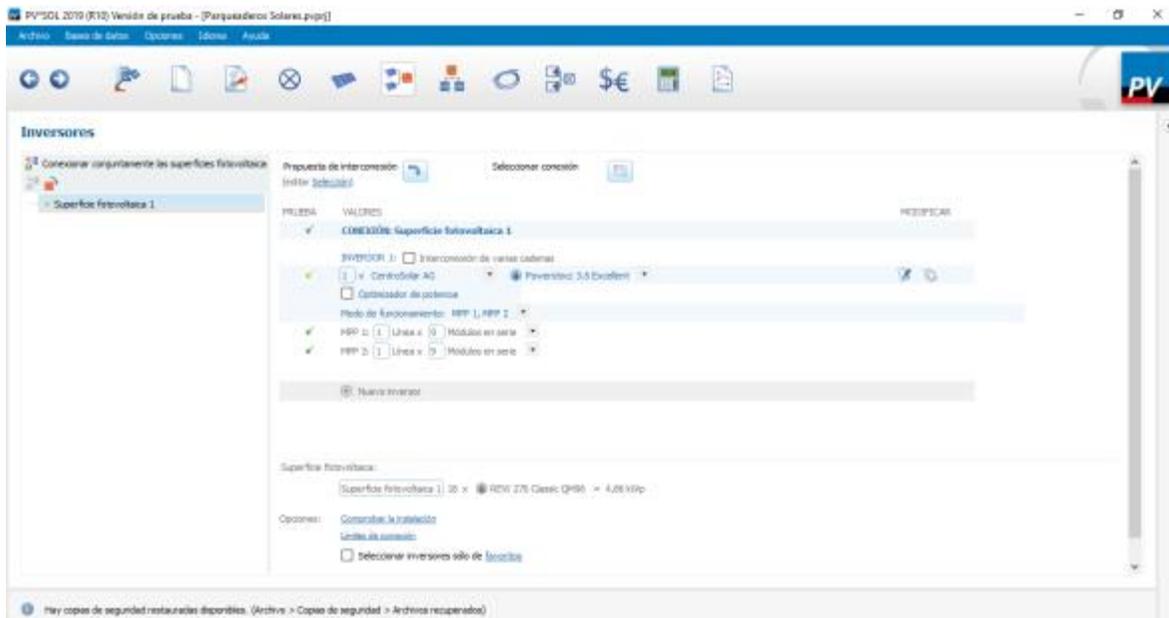
*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 35 - Grado de inclinación paneles solares*



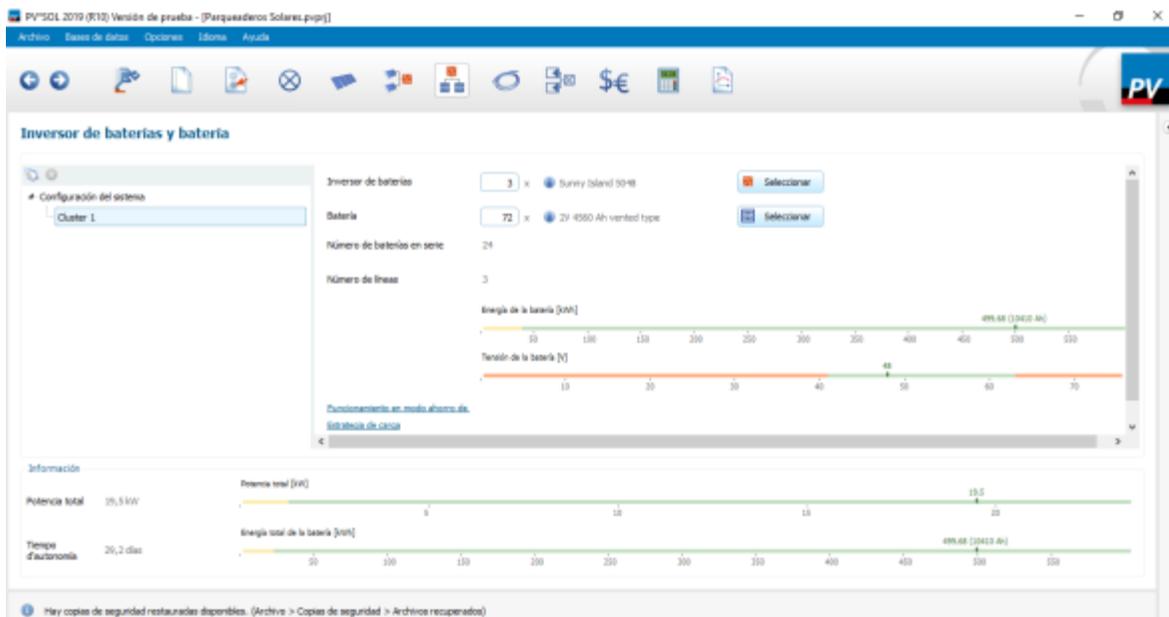
*Fuente: Elaboración propia*

### Ilustración 36 - Conexión paneles solares



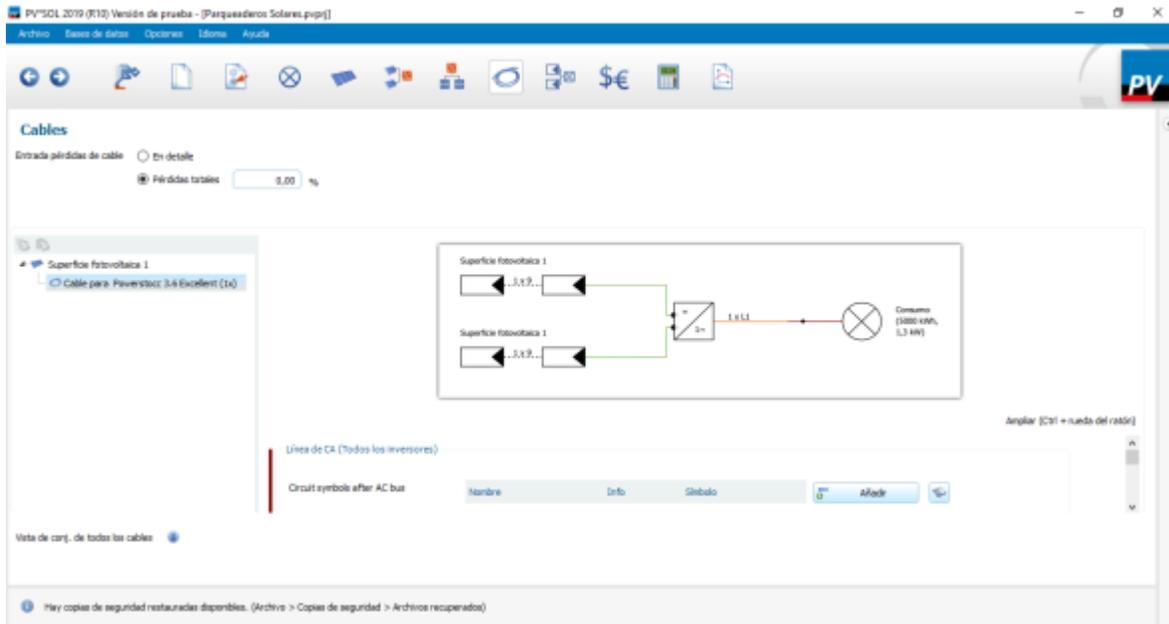
Fuente: Elaboración propia

### Ilustración 37 - Selección de batería e inversor



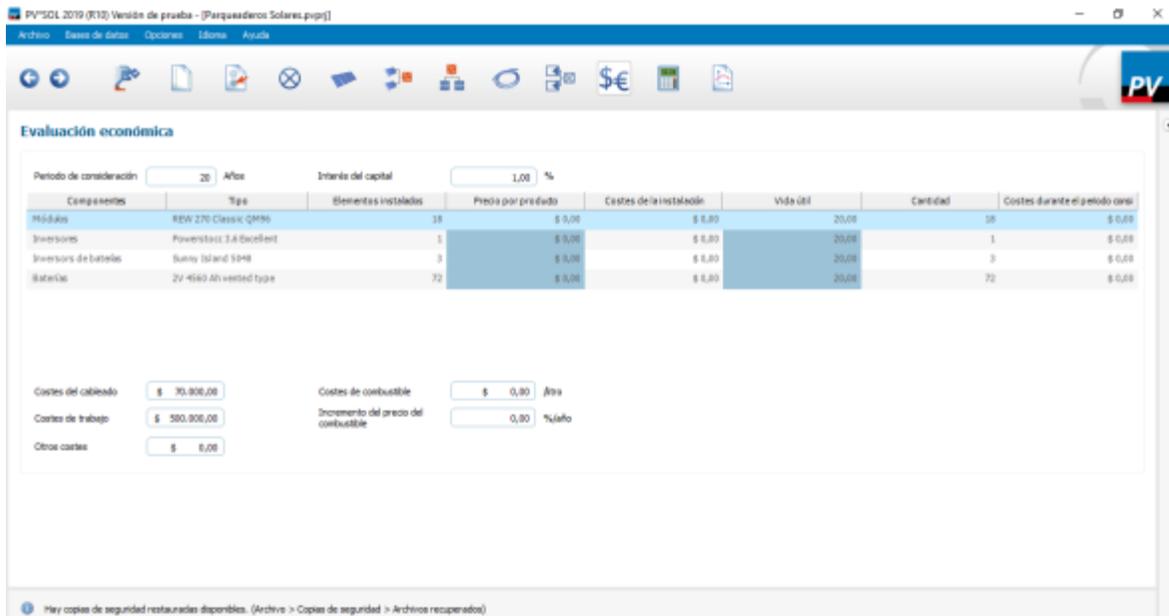
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 38 - Propuesta cableado eléctrico



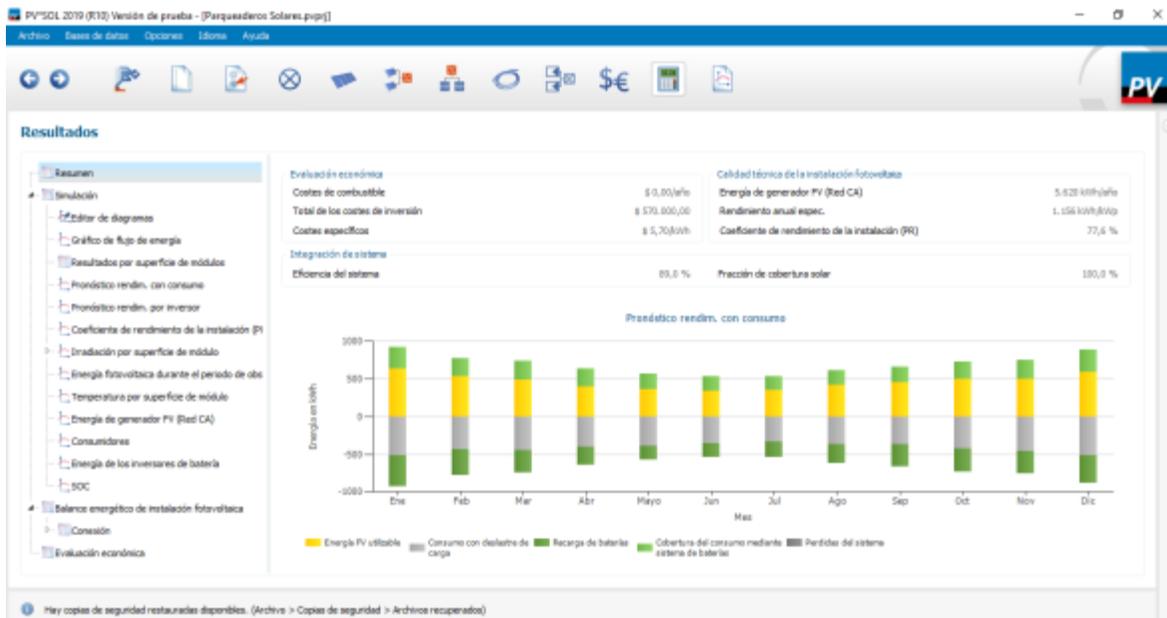
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 39 - Simulación de costos



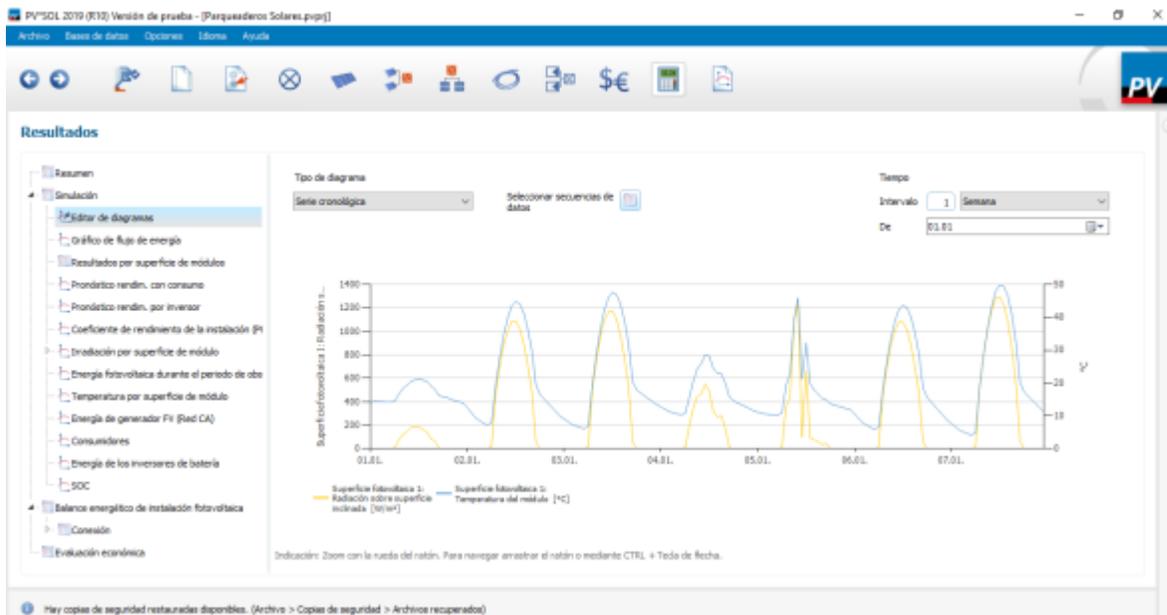
Fuente: Elaboración propia

### Ilustración 40 - Distribución de energía



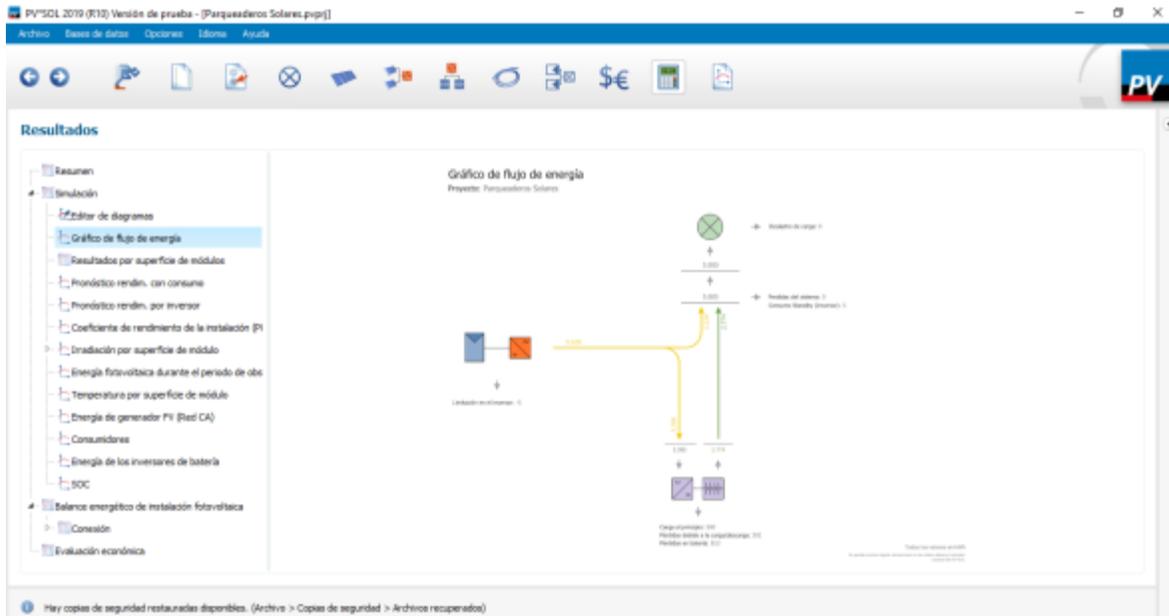
Fuente: Elaboración propia

### Ilustración 41 - Radicación y temperatura del sistema fotovoltaico



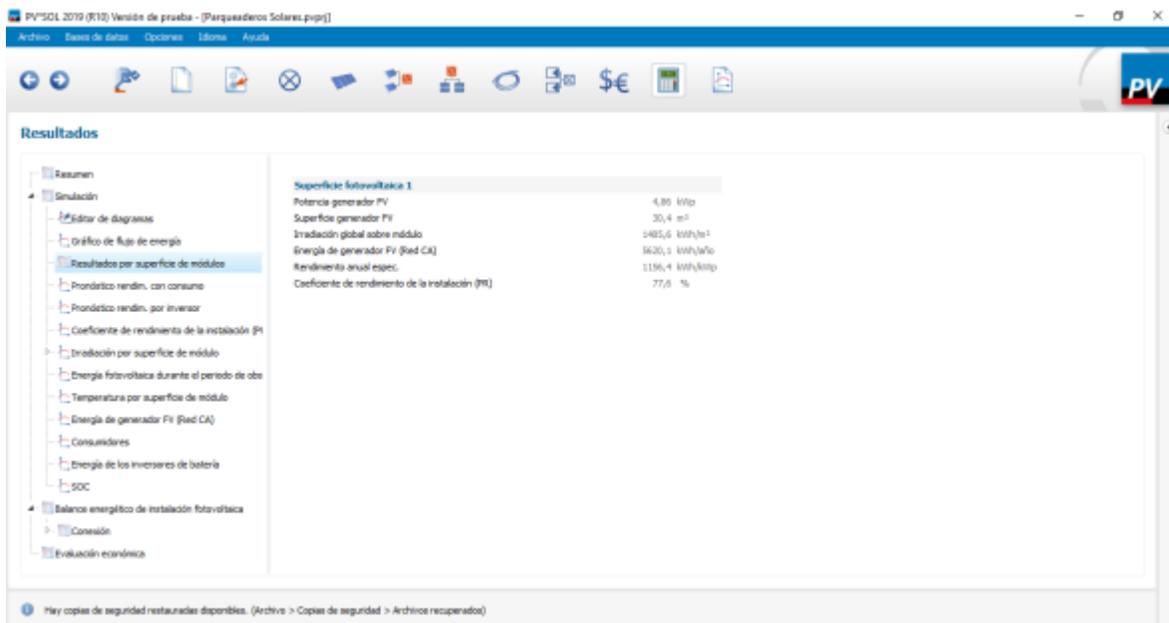
Fuente: Elaboración propia

*Ilustración 42 - Flujo de energía*



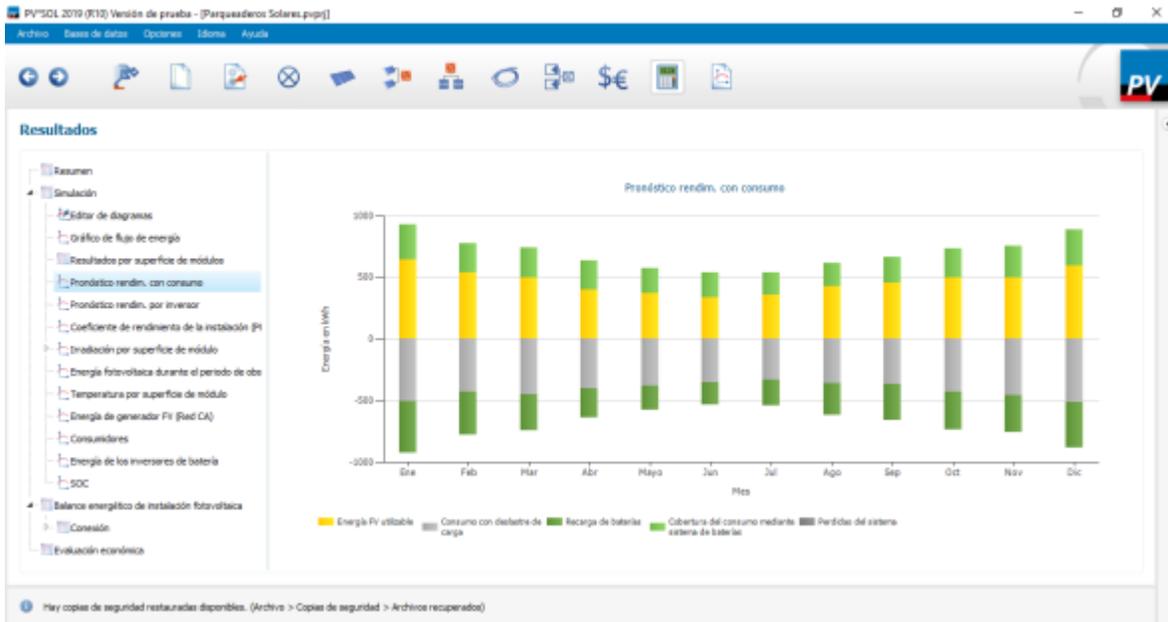
*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 43 - Características panel solar*



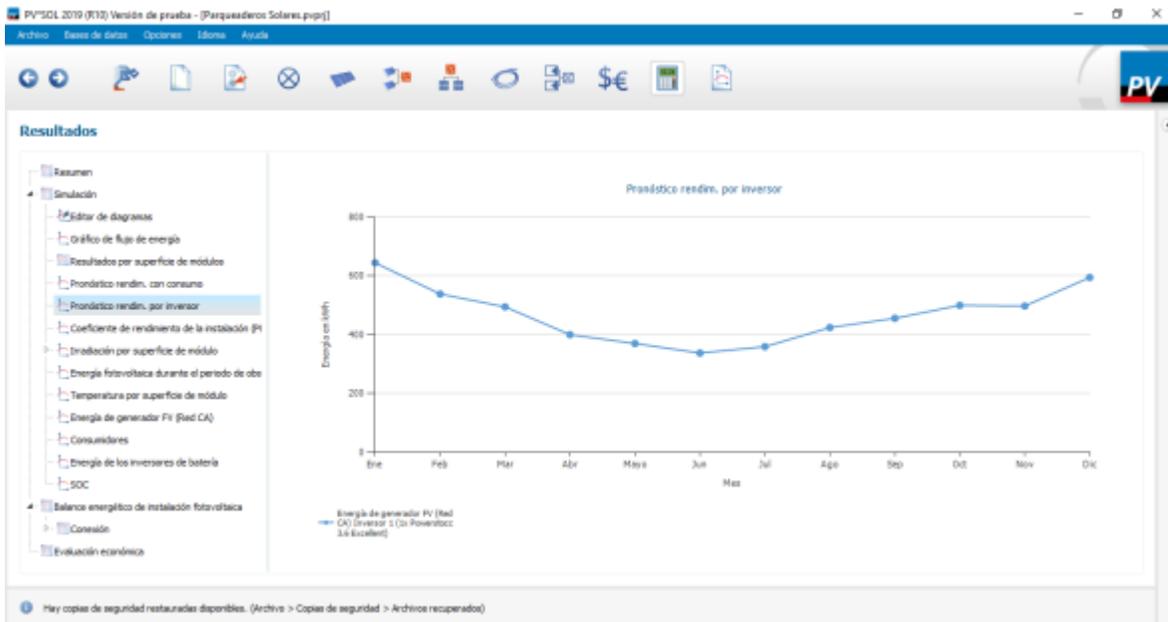
*Fuente: Elaboración propia*

Ilustración 44 - Rendimiento de consumo



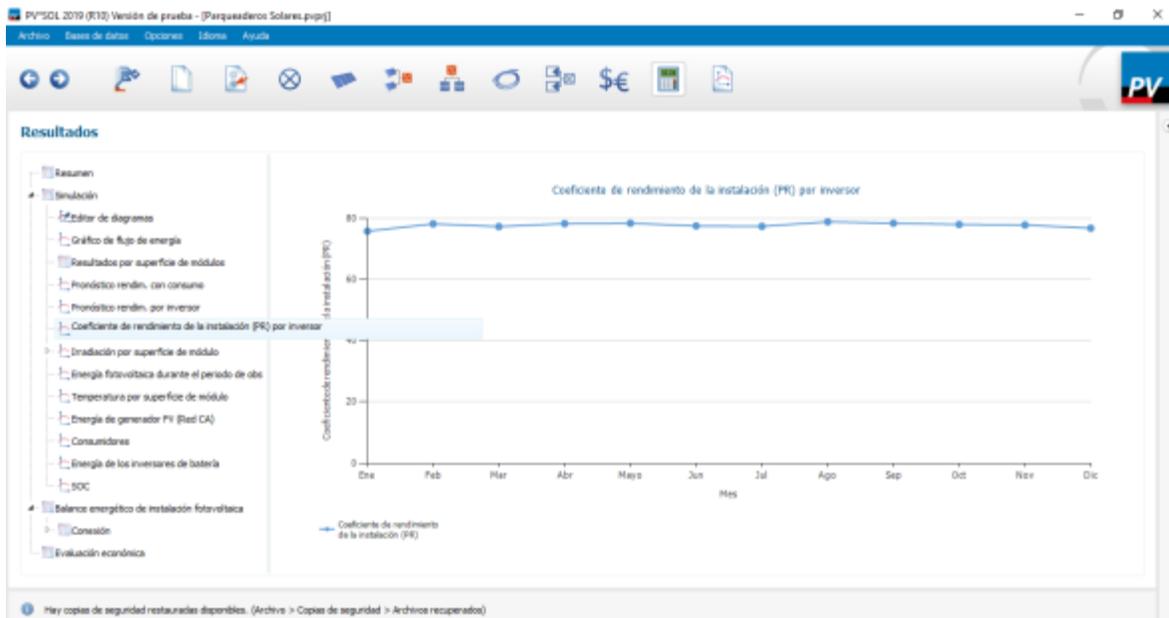
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 45 - Pronostico rendimiento del inversor



Fuente: Elaboración propia

*Ilustración 46 - Rendimiento del sistema Vs el inversor*



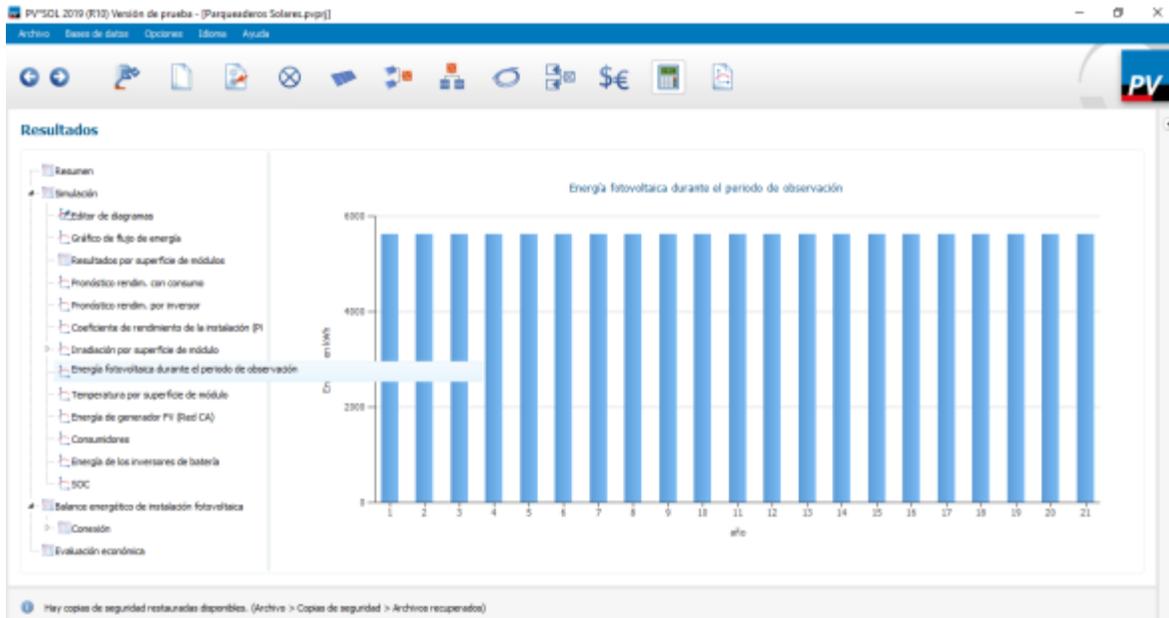
*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 47 - Radiación solar*



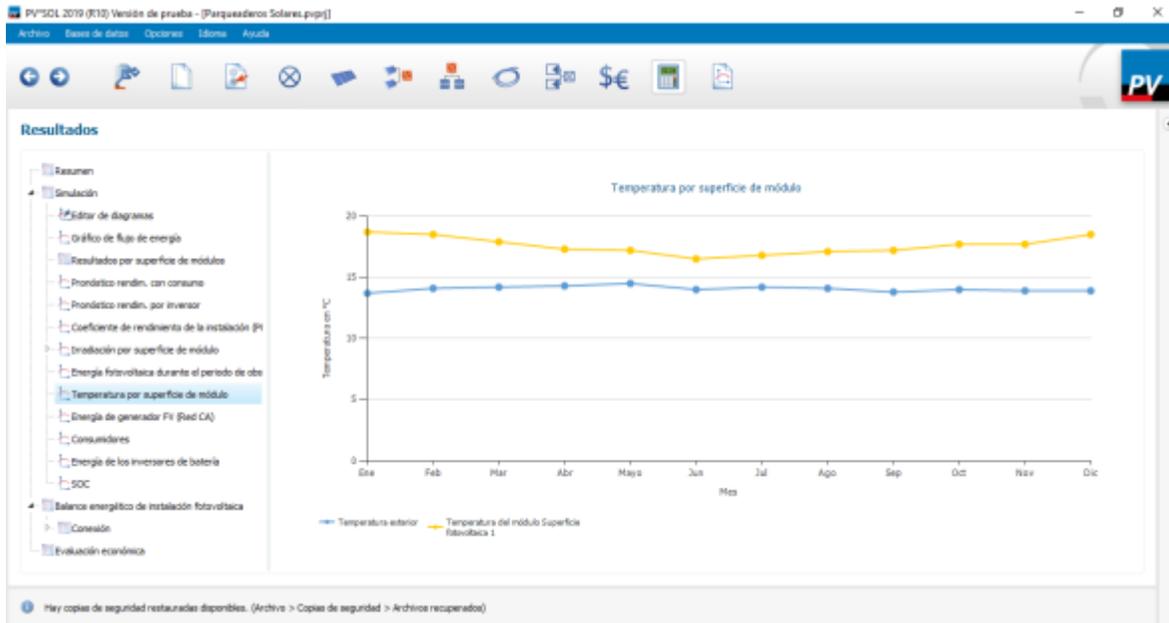
*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 48 - Energía fotovoltaica generada*



*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 49 - Temperatura del panel solar*



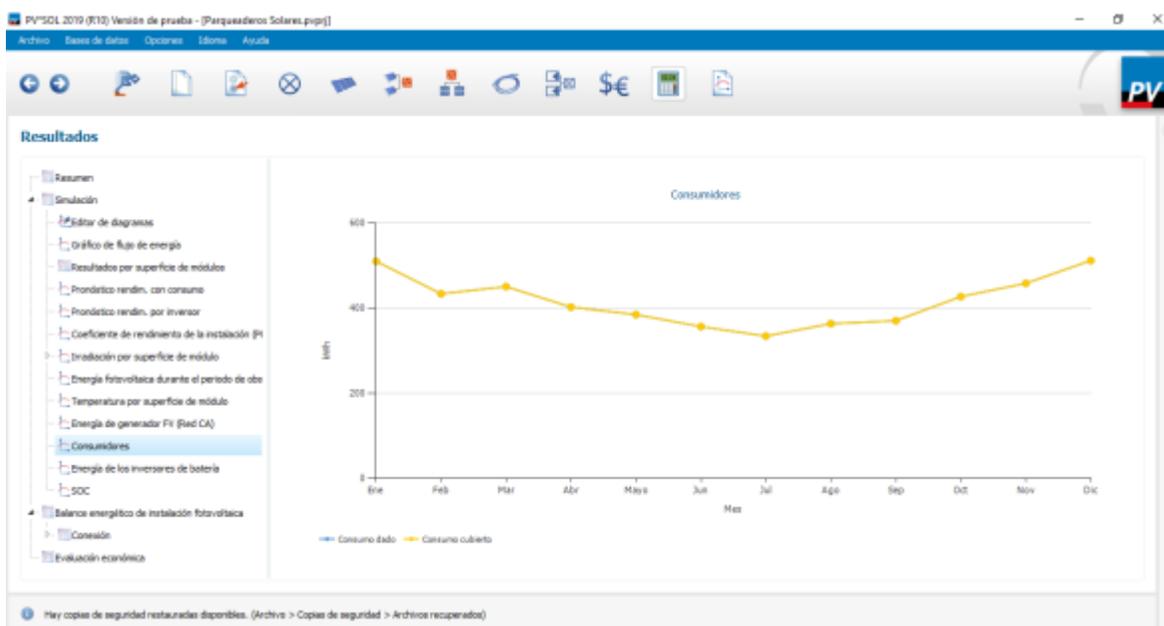
*Fuente: Elaboración propia*

### Ilustración 50 - Energía del generador



*Fuente: Elaboración propia*

### Ilustración 51 - Consumidores



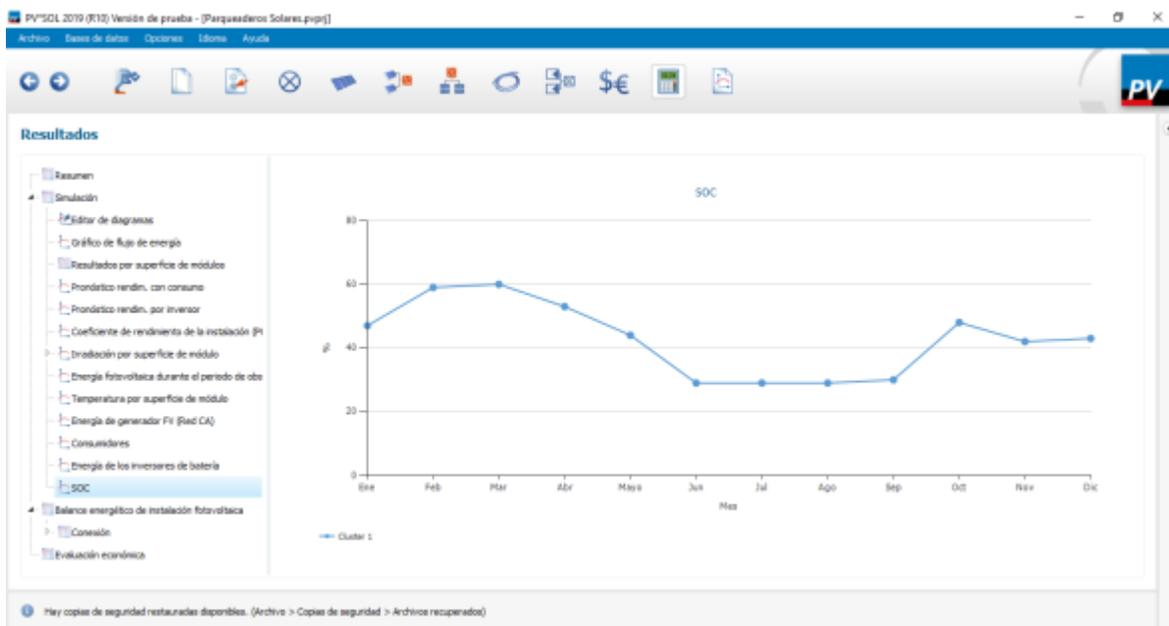
*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 52 - Energía de los inversores de la batería*



*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 53 - SOC*



*Fuente: Elaboración propia*

Ilustración 54 - Resultados de la simulación parte 1

Hay copias de seguridad restauradas disponibles. (Archivo > Copias de seguridad > Archivos recuperados)

Item	Value	Change
<b>Radiaación global horizontal</b>	<b>1.584,22 kWh/m²</b>	
Desviación del espectro estándar	-0,89 kWh/m²	-0,05 %
Reflexión del suelo (albedo)	21,21 kWh/m²	1,34 %
Orientación y inclinación de la superficie de módulos	-122,82 kWh/m²	-7,75 %
Sombreado	0,00 kWh/m²	0,00 %
Reflexión en la superficie del módulo	-73,40 kWh/m²	-4,63 %
<b>Irradiación global sobre el módulo</b>	<b>1.411,91 kWh/m²</b>	
	1.411,91 kWh/m²	
	x 30,41 m²	
	= 42.943,94 kWh	
<b>Irradiación global fotovoltaica</b>	<b>42.943,94 kWh</b>	
Fabricación	0,00 kWh	0,00 %
Conversión STC (eficiencia nominal de módulo 18,03 %)	-38.080,36 kWh	-88,92 %
<b>Energía fotovoltaica nominal</b>	<b>4.863,58 kWh</b>	
Rendimiento con luz débil	-322,95 kWh	-6,64 %
Desviación de la temperatura nominal del módulo	-186,67 kWh	-3,84 %
Dióxido	-32,01 kWh	-0,66 %
Inadecuación (foto del fabricante)	-127,40 kWh	-2,62 %
Inadecuación (Conexión/sombreado)	0,00 kWh	0,00 %
<b>Energía fotovoltaica (CC) sin limitación de corriente por inversor</b>	<b>4.243,55 kWh</b>	
Potencia de arranque DC no alcanzada	-1,95 kWh	-0,05 %
Regulación por rango de tensión MPPT	0,00 kWh	0,00 %
Regulación por corriente CC máx.	0,00 kWh	0,00 %
Regulación por potencia CC máx.	0,00 kWh	0,00 %
Regulación por potencia CA máx. / cos phi	-230,04 kWh	-5,42 %
Adaptación MPPT	-6,11 kWh	-0,14 %
<b>Energía PV (DC)</b>	<b>4.004,55 kWh</b>	
<b>Energía en la entrada del inversor</b>	<b>4.004,55 kWh</b>	
Desviación de la tensión de entrada de la tensión nominal	-76,56 kWh	-1,91 %
Conversión DC/AC	-397,83 kWh	-9,93 %
Consumo Standby (Inversor)	-4,51 kWh	-0,11 %
Pérdida total de cables	0,00 kWh	0,00 %
<b>Energía fotovoltaica (CA) menos consumo en modo de espera</b>	<b>3.615,55 kWh</b>	
<b>Energía de generador PV (Red CA)</b>	<b>3.628,06 kWh</b>	

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 55 - Resultados de la simulación parte 2

Hay copias de seguridad restauradas disponibles. (Archivo > Copias de seguridad > Archivos recuperados)

Item	Value	Change
Conversión STC (eficiencia nominal de módulo 18,03 %)	-38.080,36 kWh	-88,92 %
<b>Energía fotovoltaica nominal</b>	<b>4.863,58 kWh</b>	
Rendimiento con luz débil	-322,95 kWh	-6,64 %
Desviación de la temperatura nominal del módulo	-186,67 kWh	-3,84 %
Dióxido	-32,01 kWh	-0,66 %
Inadecuación (foto del fabricante)	-127,40 kWh	-2,62 %
Inadecuación (Conexión/sombreado)	0,00 kWh	0,00 %
<b>Energía fotovoltaica (CC) sin limitación de corriente por inversor</b>	<b>4.243,55 kWh</b>	
Potencia de arranque DC no alcanzada	-1,95 kWh	-0,05 %
Regulación por rango de tensión MPPT	0,00 kWh	0,00 %
Regulación por corriente CC máx.	0,00 kWh	0,00 %
Regulación por potencia CC máx.	0,00 kWh	0,00 %
Regulación por potencia CA máx. / cos phi	-230,04 kWh	-5,42 %
Adaptación MPPT	-6,11 kWh	-0,14 %
<b>Energía PV (DC)</b>	<b>4.004,55 kWh</b>	
<b>Energía en la entrada del inversor</b>	<b>4.004,55 kWh</b>	
Desviación de la tensión de entrada de la tensión nominal	-76,56 kWh	-1,91 %
Conversión DC/AC	-397,83 kWh	-9,93 %
Consumo Standby (Inversor)	-4,51 kWh	-0,11 %
Pérdida total de cables	0,00 kWh	0,00 %
<b>Energía fotovoltaica (CA) menos consumo en modo de espera</b>	<b>3.615,55 kWh</b>	
<b>Energía de generador PV (Red CA)</b>	<b>3.628,06 kWh</b>	

Fuente: Elaboración propia

*Ilustración 56 - Resultado de la simulación parte 3*

Resumen

Superficie fotovoltaica 1 - PMP 1: 1 x 9 - Inversor 1 (1x CentroSolar AG Powerbox 3.0 Excellent)

Emisión global fotovoltaica	21.476,97 kWh		
Emisamiento	0,00 kWh	0,00 %	
Conversión STC (eficiencia nominal de módulo 16,83 %)	-18.030,18 kWh	-83,97 %	
Energía fotovoltaica máxima	3.446,79 kWh		
Rendimiento con luz débil	156,49 kWh	+4,53 %	
Derivación de la temperatura nominal del módulo	-83,34 kWh	-2,54 %	
Diodos	-36,00 kWh	-1,50 %	
Inadecuación (datos del fabricante)	-43,70 kWh	-2,00 %	
Inadecuación (Conexión/temperada)	0,00 kWh	0,00 %	
Energía fotovoltaica (CC) sin limitación de corriente por inversor	3.123,27 kWh		
Potencia de arranque DC no alcanzada	-0,97 kWh	-0,03 %	
Regulación por rango de tensión MPPT	0,00 kWh	0,00 %	
Regulación por corriente CC máx.	0,00 kWh	0,00 %	
Regulación por potencia CC máx.	0,00 kWh	0,00 %	
Regulación por potencia CA máx. / cos phi	-115,02 kWh	-5,39 %	
Adaptación MPPT	-0,01 kWh	-0,10 %	
Energía IV (DC)	3.062,28 kWh		

Superficie fotovoltaica 1 - PMP 2: 1 x 9 - Inversor 1 (1x CentroSolar AG Powerbox 3.0 Excellent)

Emisión global fotovoltaica	21.476,97 kWh		
Emisamiento	0,00 kWh	0,00 %	
Conversión STC (eficiencia nominal de módulo 16,83 %)	-18.030,18 kWh	-83,97 %	

Hay copias de seguridad restauradas disponibles. (Archivo > Copias de seguridad > Archivos recuperados)

*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 57 - Resultado de la simulación parte 4*

Resumen

Regulación por potencia CC máx.
 0,00 kWh | 0,00 % |

Regulación por potencia CA máx. / cos phi
 -115,02 kWh | -5,39 % |

Adaptación MPPT
 -0,01 kWh | -0,10 % |

Energía IV (DC)
 3.062,28 kWh |  |

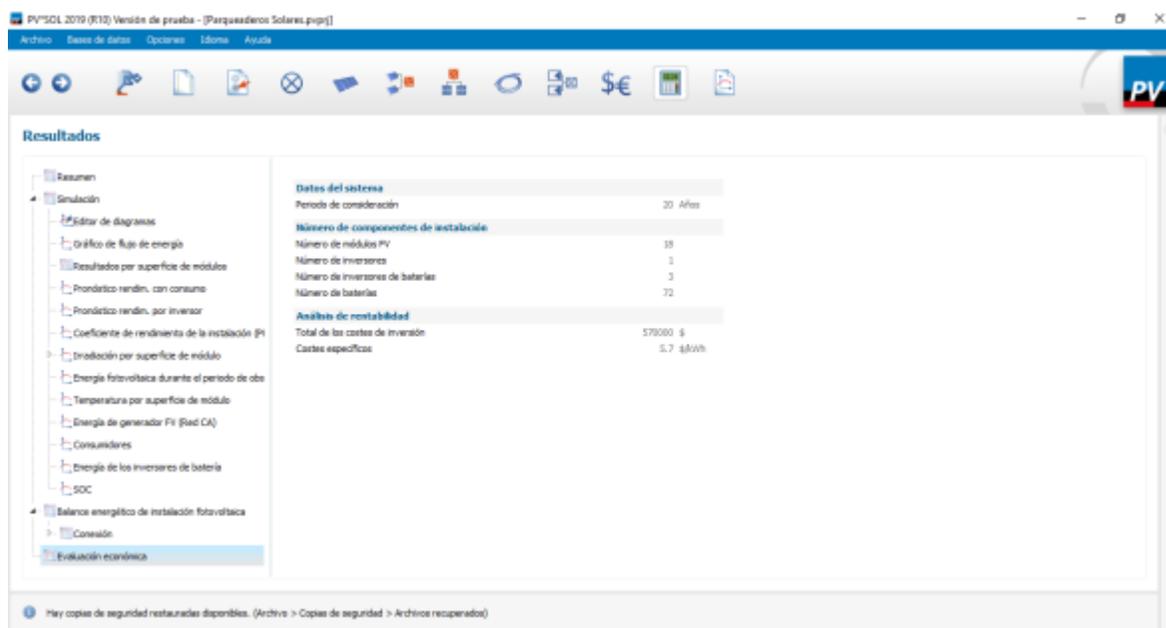
Superficie fotovoltaica 1 - PMP 2: 1 x 9 - Inversor 1 (1x CentroSolar AG Powerbox 3.0 Excellent)

Emisión global fotovoltaica	21.476,97 kWh		
Emisamiento	0,00 kWh	0,00 %	
Conversión STC (eficiencia nominal de módulo 16,83 %)	-18.030,18 kWh	-83,97 %	
Energía fotovoltaica máxima	3.446,79 kWh		
Rendimiento con luz débil	156,49 kWh	+4,53 %	
Derivación de la temperatura nominal del módulo	-83,34 kWh	-2,54 %	
Diodos	-36,00 kWh	-1,50 %	
Inadecuación (datos del fabricante)	-43,70 kWh	-2,00 %	
Inadecuación (Conexión/temperada)	0,00 kWh	0,00 %	
Energía fotovoltaica (CC) sin limitación de corriente por inversor	3.123,27 kWh		
Potencia de arranque DC no alcanzada	-0,97 kWh	-0,03 %	
Regulación por rango de tensión MPPT	0,00 kWh	0,00 %	
Regulación por corriente CC máx.	0,00 kWh	0,00 %	
Regulación por potencia CC máx.	0,00 kWh	0,00 %	
Regulación por potencia CA máx. / cos phi	-115,02 kWh	-5,39 %	
Adaptación MPPT	-0,01 kWh	-0,10 %	
Energía IV (DC)	3.062,28 kWh		

Hay copias de seguridad restauradas disponibles. (Archivo > Copias de seguridad > Archivos recuperados)

*Fuente: Elaboración propia*

### Ilustración 58 - Evaluación económica



*Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo a los resultados de la simulación se puede concluir que el sistema contara con sus más altos índices de rendimiento durante los meses de: enero, febrero, marzo, agosto y octubre. Adicional se recomienda implementar el sistema con los siguientes componentes:

- 18 Módulos Fotovoltaicos
- 1 Inversor
- 3 Inversores de baterías
- 72 Baterías

Si el costo promedio de 1 Kwh en el recibo de Codensa es de \$400 se puede deducir que en el año haciendo uso del sistema fotovoltaico que ofrece 5000 Kwh se podría generar un ahorro económico de \$2.000.000 anuales, por lo cual se identifica que el costo de inversión se puede recuperar en poco tiempo

## Proveedores de sistemas fotovoltaicos

	Ambientes y Soluciones	Solar Wave
Ubicación	Medellín	México
Garantía	3 años	2
Autonomía del sistema	2 días	3 días
Página Web	<a href="https://www.ambientesoluciones.com/sitio/productos_mo.php?it=5972">https://www.ambientesoluciones.com/sitio/productos_mo.php?it=5972</a>	<a href="http://www.solarwavemexico.com/postes-solares/">http://www.solarwavemexico.com/postes-solares/</a>

### Manual de mantenimiento y soporte del sistema

Los paneles solares cuentan con una gran resistencia y durabilidad, sin embargo su producción se puede ver mermada si no realizamos un mantenimiento adecuado de los mismos.

El panel solar tiene una producción máxima que se alcanza únicamente en condiciones ideales, ya que en la realidad existen pérdidas ocasionadas por multitud de factores como: la mala orientación e inclinación de los módulos, sombras sobre los mismos, o polvo y suciedad acumulado, pudiendo este último ser solucionado por medio de una supervisión y mantenimiento periódico de los paneles solares.

Las pérdidas ocasionadas por la ausencia de limpieza de los módulos podrían llegar hasta un 8% en lugares donde se produzca mucho polvo, como puede ser una industria o cerca de una zona transitada por vehículos. Estas pérdidas pueden reducirse manteniendo una buena limpieza de los módulos con frecuencia, manteniendo unas pérdidas por debajo del 1%.

El panel está compuesto por células de silicio, que reaccionan ante el impacto de los fotones produciendo energía eléctrica, por lo que mantener limpia su superficie es esencial para que las células sean capaces de recibir la máxima radiación posible.

Los paneles solares tienen gran resistencia y durabilidad no necesitan demasiado mantenimiento, pero se necesitan limpieza periódica superficial ya que el polvo y la suciedad acumulada afecta directamente la eficiencia del panel aumentando las pérdidas energéticas y disminuyendo la radiación solar obtenida. Al no ser un sistema con seguimiento solar o rotacional, el mantenimiento de un sistema fijo es menor al no poseer partes móviles. Para el sistema en general se recomienda:

- Limpieza de paneles: además de retirar el polvo, se debe realizar una limpieza superficial utilizando agua y jabón de pH neutro, evitando detergentes o materiales de limpieza fuertes o abrasivos. Se deben realizar fuera de horas de sol especialmente en las noches para evitar cambios bruscos de temperatura especialmente en días muy soleados. (Frecuencia: 3 a 4 veces por año dependiendo la cantidad de polvo en la zona. En épocas de lluvias fuertes que pueda contener residuos de la zona se debe realizar limpieza posterior para evitar mayor suciedad).
- Inspecciones visuales: (Frecuencia: mensualmente – bimensualmente):
  - ✓ Controlar y evitar daños superficiales a paneles, estructuras, apoyos y conexiones que se encuentren en mal estado, realizando cambios de componentes.
  - ✓ Corrosión visible y degradaciones en todo el sistema.
  - ✓ Inspeccionar las carcasas de equipos (inversores, reguladores de carga, inversores/conversores), suciedad y daños superficiales.

- ✓ Estado de fijación de la estructura verificando que los tornillos estén correctamente apretados evitando falta de sujeción, si presentan daños realizar cambios.
- ✓ Revisar aislamientos y si es necesario reemplazar.
- ✓ Verificar que los componentes del sistema estén en posición correcta, en un lugar limpio, seco y protegidos de los rayos solares directos.
- Inspecciones diarias de los indicadores lumínicos de los equipos para evitar fallas en el sistema.
  - ✓ Inspecciones de conexiones eléctricas: (Frecuencia: anualmente) o Humedad y filtraciones de agua en equipos evitando que produzcan fallos:
  - ✓ Verificación de estado de cables y aislamientos en conexiones de paneles y equipos, si presenta deterioros y daños, reemplazar.
  - ✓ Verificación de sulfatación de contactos y óxidos en empalmes y conexiones, si presenta deterioro, sustituir.
  - ✓ Mediante cámaras de termografía infrarroja verificar conexiones evitando un aumento en las temperaturas máximas de operación especialmente en días muy soleados.
  - ✓ Comprobación de estanqueidad en todo el sistema especialmente en circuitos y conexiones eléctricas en inversores y baterías

- Mantenimiento de inversores: o Lectura de datos archivados y de memoria de fallos (Frecuencia: mensualmente):
  - ✓ Limpieza, verificación y/o cambio de filtros y rejillas de entradas y salidas de aire (Frecuencia: semestral).
  - ✓ Revisión de funcionamiento de dispositivos de protección (interruptores), tensiones de mando, fusibles, seccionadores y contactos, si es necesario reemplazarlos.
  
- Mantenimiento de baterías: (Frecuencia: mensualmente):
  - ✓ Mantener las baterías alejadas de rayos solares directos, evitando estar en zonas abiertas o en contacto con agua, ya que esto dañaría o disminuiría la vida útil de las baterías.
  - ✓ Inspección visual para verificar que el nivel de electrolito se encuentre en los límites adecuados según el fabricante.
  - ✓ Limpieza de la cubierta superior con grasa antioxidante para evitar sulfatación. o Comprobar la densidad de electrolito mediante densímetro, este ayuda a verificar el estado y la capacidad de la batería.
  
- • Sustitución preventiva de elementos y componentes por vida útil finalizada.
  
- • Revisión de paradas de emergencia y sistemas de alarmas de cada equipo.
  
- • Inspección de etiquetas de indicadores de advertencia y peligro, si es necesario reponerlas. El mantenimiento propuesto anteriormente es un mantenimiento general para

que el sistema opere óptimamente, en caso de mantenimiento más exhaustivo y puntual se recomienda comunicarse con el fabricante de los equipos, personal capacitado externo, revisar manuales de operación y fichas técnicas de los equipos y componentes de todo el sistema. Siempre siguiendo las recomendaciones del fabricante, si la solución de un problema no se encuentra en el manual básico del equipo, contactar inmediatamente con el fabricante, se recomienda no acudir a terceros, personas no autorizadas e inexpertas, esto ayuda a evitar daños en equipos y en personas, accidentes y fallos en el sistema, además la garantía de los equipos por parte del fabricante quedaría invalida.

## Lista de referencia

- Agredano; J. (1984). *Tecnología fotovoltaica*. México: Boletín IIE Tendencias Tecnológicas.
- AIE. (2012). Informe: Agencia Internacional de Energía. Recuperado el 20 de Septiembre de 2019, de Agencia Internacional de Energía: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Spanish.pdf>
- Aristizábal, A. J., Banguero, E., y Gordillo, G. (2011) Performance and economic evaluation of the first grid-connected installation in Colombia, over 4 years of continuous operation. *International Journal of Sustainable Energy*, 30(1).
- Aristizabal, A., cadena, A. & Rodriguez, K. (2015). *Diseño de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica para Usuarios Residenciales en Chía, Cundinamarca*. Colombia: ResearchGate.
- AutoSolar. Qué mantenimiento requiere un panel solar. Recuperado de <http://www.cleanenergyregulator.gov.au/RET/Pages/Scheme%20participants%20and%20industry/Individuals%20and%20small%20business/Solar-panel-system-maintenance.aspx>
- Bello, C., Busso, A. & Vera, L. (2011). *Demanda Energética En Una Escuela Rural Equipada Con Un Sistema Fotovoltaico Autónomo: Un Caso De Estudio En La Provincia De Corrientes*. Corrientes, Argentina: 2 INENCO - Facultad de Ciencias Exactas - UNSa.
- Bordons, C., Garcia, F. & Valverde, L. (2015). *Gestión Óptima de la Energía en Microrredes con Generación Renovable*. Sevilla España: revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI
- Componentes de un poste solar. (s.f.). Recuperado de <https://esolarhidalgo.com/componentes-de-un-poste-solar/>
- Daza, J, Cantillo, E. (2012). *El Sector Solar Fotovoltaico en el Caribe Colombiano: Análisis Técnico y de Mercado*. España: Dialnet
- Dirección de Segmentos Empresas y Gobierno Bancolombia. (01 septiembre, 2016). Implementación del Acuerdo de París COP21 en Colombia. Recuperado de

<https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/actualidad-economica-sectorial/implementacion-acuerdo-paris-cop21-colombia>

- Diseño, dimensionado y selección de componentes de instalaciones fotovoltaicas autónomas. (s.f.). Recuperado de [https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/ISF/ISF06/es\\_IEA\\_ISF06\\_Contenidos/website\\_12\\_rendimiento\\_global\\_y\\_energa\\_requerida.html](https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/ISF/ISF06/es_IEA_ISF06_Contenidos/website_12_rendimiento_global_y_energa_requerida.html)
- Escobar, A., Holguín, M & Osorio, J. (2010). Precio de módulos fotovoltaicos versus tiempo. [Imagen 4]. Recuperado de Diseño E Implementación De Un Seguidor Solar Para La Optimización De Un Sistema Fotovoltaico
- HaghighatMamaghani, A., Avella Escandon, S. A., Najafi, B., Shirazi, A., y Rinaldi, F. (2016). Techno-economic feasibility of photovoltaic, wind, diesel and hybrid electrification systems for off-grid rural electrification in Colombia. *Renewable Energy*(97), 293-305.
- Hernández, J. A., Velasco de la Fuente, D., & Trujillo Rodriguez, C. L. (2011). Analysis of the effect of the implementation of photovoltaic systems like option of distributed generation in Colombia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(15), 2290-2298.
- Hoyos, O., Hernández, E.. (2017). *Estudio de Viabilidad Técnica y Económica para la Implementación de un Sistema de Energía Solar Fotovoltaica de 10 kw, Caso "Hospital Local de Tenerife, Magdalena*. Colombia: Universidad Distrital de Colombia.
- Lámpara solar led con poste línea Premium 90W 9 MTS 12 horas. (s.f.). Recuperado de [https://www.ambientesoluciones.com/sitio/productos\\_mo.php?it=5972](https://www.ambientesoluciones.com/sitio/productos_mo.php?it=5972)
- Las 20 mejores lámparas solares. (s.f.). Recuperado de <https://herramientasparatodo.com/mejores-lamparas-solares/>
- Mark, Z., y Delucchi, A. (2011). Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. *Energy Policy*(39), 1154-1169.
- Mahmoud, M., & Ibrik, I. (2006). Techno-economic feasibility of energy supply of remote villages in Palestine by PV-systems, diesel generators and electric grid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(10), 128-138.

Melchor, C, Molina, M. (2016). *Prototipo de un Sistema Fotovoltaico Autónomo*. Bolivia: Revista de Aplicaciones de la Ingeniería.

N/A. (2018). *Regiones con mayor disponibilidad de energía solar*. [Imagen 1]. Recuperado de <http://www.laguiasolar.com/radiacion-solar-en-colombia/>

Normatividad sobre energía solar en Colombia ¿estimula la rentabilidad?. (11 septiembre, 2018). Recuperado de <https://blog.celsia.com/normatividad-energia-solar-empresas-colombia/>

Ortiz, D., Sabogal, J. & Hurtado, E. (2012). Marco Normativo Relacionado con Energía Renovables en Colombia. [Imagen 6]. Recuperado de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfce/article/view/2164/1766>

Pérez. M. A. (3 julio, 2014). Algunos beneficios no evidentes de la energía solar. Recuperado de <https://blogthinkbig.com/beneficios-de-la-energia-solar>

Planas, M. A., & Cárdenas, J. C. (marzo 26, 2019). La matriz energética de Colombia se renueva. Recuperado de <https://blogs.iadb.org/energia/es/la-matriz-energetica-de-colombia-se-renueva/>

¿Qué mantenimiento requiere un panel solar?. (16 marzo, 2018). Recuperado de <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/que-mantenimiento-requiere-un-panel-solar>

Rodríguez, S., Torabikalaki, R., Faria, F., Cafofo, N., Chen, X., Ivaki, A. R., .Morgado-Dias, F. (2016). Economicfeasibilityanalysis of smallscale PV systems in differentcountries. *Solar Energy*(131), 81-95.

Rodríguez M., H. (2009). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de Ingeniería*, 83-89.

SGIC-FNCER. (2016). El Sistema de Gestión de Información y Conocimiento en Fuentes

No Convencionales de Energía Renovable.

Silvestre, S. ,Castañer, L. &Guasch,D. .(2008). *Herramientas de Simulación para Sistemas Fotovoltaicos en Ingeniería*. España: Revista SciELO Analytics.

SUNFIELDS. (2018). Mantenimiento de una Planta Fotovoltaica. Recuperado el 24 de noviembre de 2019, de [en línea]:  
<https://www.sfesolar.com/noticias/articulos/instalaciones-fotovoltaicas-tipos-de-mantenimiento/>

Style, O. (2012).Energía Solar Autónoma. España: Itica.

Style, O. (2012). Curva I-V de un módulo Kyocera KC 80 bajo condiciones estándar de prueba (STC). [Imagen 5]. Recuperado de  
[https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=cNJB5tdbcJ0C&oi=fnd&pg=PP1&dq=sistema+fotovoltaico+autonomo&ots=MTIXxb\\_euF&sig=2BeTeUEGeyEgQrC\\_xW4CUkvGbZQ&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=cNJB5tdbcJ0C&oi=fnd&pg=PP1&dq=sistema+fotovoltaico+autonomo&ots=MTIXxb_euF&sig=2BeTeUEGeyEgQrC_xW4CUkvGbZQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Universidad tecnología de Pereira. (2010). *Diseño E Implementación De Un Seguidor Solar Para La Optimización De Un Sistema Fotovoltaico*. Pereira: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.

UPME. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. Bogotá D.C.: Unidad de Planeación Minero-Energética.

## Apéndice y anexos

### Anexo1. Encuesta Alumbrado Foto-voltaico

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScmKoyocuA6JX3ZoxJX-G6pHUIgEr0i2DsNiNwLwAMqJx\\_0A/viewform?vc=0&c=0&w=1](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScmKoyocuA6JX3ZoxJX-G6pHUIgEr0i2DsNiNwLwAMqJx_0A/viewform?vc=0&c=0&w=1)

### Anexo2. Cotización lámpara solar APA

**LÁMPARA SOLAR APA** (Alumbrado Público Autosuficiente)  
35W 60W 90W 120W

Sistema autónomo de iluminación para ofrecer una alternativa real a la necesidad de brindar iluminación de calidad durante las horas de la noche en vías, sitios públicos o zonas comunes. Nuestra luminaria reemplaza directamente cualquier luminaria de Sodio, Mercurio y Halogenuro Metálico, cumpliendo directamente con las exigencias de Icontec, Retilap, UL, CE; con ahorro energético del 50% al 80% y un tiempo de vida útil superior a 10 años.

**Características**

	35W	60W	90W	120W
Potencia	35W	60W	90W	120W
Funcionamiento	12 horas continuas			
Temperatura de Color	Blanco Frio - Blanco Claro - Blanco Neutro			
Acumulador de Energía	Ciclo Profundo			
Encendido y Apagado	Automático			
Altura Recomendada	De 6 a 12 Metros			
Distancia entre postes	De 25 a 37 Metros			

**Potencia**    **Funcionamiento**    **Con poste**    **Precio**    **Sin poste**

Potencia	Funcionamiento	Con poste	Sin poste
35 W	8 Hrs	2.925.000 + IVA	1.700.000 + IVA
	12 Hrs	3.690.000 + IVA	2.990.000 + IVA
60 W	8 Hrs	3.600.000 + IVA	2.660.000 + IVA
	12 Hrs	5.180.000 + IVA	4.220.000 + IVA
90 W	8 Hrs	5.820.000 + IVA	4.820.000 + IVA
	12 Hrs	6.950.000 + IVA	5.950.000 + IVA
120 W	8 Hrs	6.950.000 + IVA	5.490.000 + IVA
	12 Hrs	8.950.000 + IVA	7.990.000 + IVA

**2 AÑOS DE GARANTÍA**    **HASTA 100.000 HORAS DE VIDA ÚTIL**    **SIN CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA**    **UL**    **CE**    **MARK**    **IP65**

www.ambientesoluciones.com | info@ambientesoluciones.com | Tel 448 03 98

### Anexo3. Evidencias Turnitin

#### Ilustración 59 - Evidencias Turnitin

feedback studio    Jenniffer Blanco    Proyecto Aplicado

**Match Overview**    34%

Rank	Source	Percentage
1	repository.cesa.edu.co	7%
2	ridum.umanizales.edu...	4%
3	herramientasparatod...	2%
4	autosolar.es	2%
5	ipanelcr.com	1%
6	energiasolardominican...	1%
7	Submitted to University	1%

Etapa 3 - Divulgación

Presentado por:  
Jenniffer Blanco Córdillo  
José Daniel Colmaneras  
Yenny Yassiris Gomez Pinilla

Page: 1 of 83    Word Count: 11695    Text-only Report    High Resolution    On

Fuente: Elaboración propia

## Vita

Yenny Yassiris Gómez Pinilla, nació en Bahía Solano Chocó el 23 de febrero de 1.981, hija de Eligia Pinilla de Gómez y Benigno Abad Gómez Ibargüen, Ingeniera en Recursos Hídricos y Gestión Ambiental de la Universidad central de Bogotá D.C. Estudiante de Especialización en Gestión de Proyectos Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

e-mail: [yennygomez99@gmail.com](mailto:yennygomez99@gmail.com)

Teléfono: 3114414996