

DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES
SOLARES FOTOVOLTAICOS EN EL EDIFICIO BALCONES DE ORIENTE

DAVID MARCELO GARCÍA ROJAS

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS
UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

BOGOTÁ 2019.

DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PANELES
SOLARES FOTOVOLTAICOS EN EL EDIFICIO BALCONES DE ORIENTE

TRABAJO DE GRADO

LÍNEA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y DEL CONOCIMIENTO

DAVID MARCELO GARCÍA ROJAS

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

BOGOTÁ 2019.

Nota de aceptación

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado a Dios quien me ha dado la oportunidad de culminar mis estudios como Administrador de empresas, me ha bendecido con salud para seguir adelante en este proyecto tan importante para mi vida y que hoy finaliza con satisfactoriamente y a mi esposa e hijos que durante este tiempo me han brindado su apoyo en esta etapa de mi vida.

Agradecimientos

Agradezco a mi esposa quien me acompaño y apoyo en esta etapa de aprendizaje, compartiendo sus conocimientos que me sirvieron como guía para la realización de este trabajo, por su paciencia y comprensión durante este tiempo.

Gracias a mis hijos, que han sentido mi ausencia en algunos momentos, pero han comprendido desde su inocencia y amor incondicional, demostrándome su respaldo en este trayecto académico.

Agradezco a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia que me ha permitido consolidar conocimientos específicos en el área de la Administración y la Gestión de Proyectos, formando en mi un profesional mas competente en su campo laboral.

Resumen

Este trabajo aborda una nueva alternativa para la generación de energía por medio de paneles solares fotovoltaicos teniendo como insumo la radiación solar, este proyecto genera una propuesta para la implementación de paneles solares en un edificio de la ciudad de Bogotá, con la finalidad de reducir los costos en el pago de la factura generada por la empresa prestadora del servicio eléctrico. Se estudiaron diferentes fuentes bibliográficas para la obtención de información que permitiera sustentar la viabilidad del proyecto y con ello poder ser presentado a los residentes del edificio Balcones de Oriente, dando a conocer los beneficio de la utilización de este método de generación de energía limpia y los instrumentos y materiales adecuados a ser utilizados que permitan un funcionamiento óptimo del sistema aprovechando la radiación solar constantemente y que conlleve a suplir las necesidades que se presentaron y son el propósito de este documento. Otro factor fundamental para la recopilación de la información ha sido la visita a edificaciones de la capital en las cuales se han implementado paneles solares, en búsqueda de experiencias exitosas, que den soporte al trabajo presentado, así como a implementación de encuestas a personas directamente involucradas en trabajos de esta índole o que en momento tienen contacto directo con los paneles solares y tienen conocimiento o reconocen el funcionamiento de esta tecnología que día a día va tomando importancia en el sector tecnológico y ambiental por su innovación y aceptación en diferentes partes de la ciudad y el país.

Palabras clave: panel solar, fotovoltaico, energías limpias, hidroeléctrica.

Abstract

This work addresses a new alternative for the generation of energy by means of photovoltaic solar panels having as input solar radiation, this project generates a proposal for the implementation of solar panels in a building in the city of Bogotá, in order to reduce the costs in the payment of the invoice generated by the company providing the electric service. Different bibliographical sources were studied to obtain information that would support the viability of the project and thus be able to be presented to the residents of the Balcones de Oriente building, making known the benefits of using this method of generating clean energy and the instruments and suitable materials to be used that allow optimal operation of the system, taking advantage of the solar radiation constantly and that leads to supply the needs that were presented and are the purpose of this document. Another fundamental factor for the collection of information has been the visit to the building of the capital in which solar panels have been implemented, in search of successful experiences that support the work presented, as well as the implementation of interviews with people directly involved in works of this nature or that at the moment have direct contact with the solar panels and have knowledge or recognize the operation of this technology that is becoming increasingly important in the technological and environmental sector for its innovation and acceptance in different parts of the city and the country.

Keywords: solar panel, photovoltaic, clean energy, hydroelectric.

Indice

Introducción.....	11
1. Capitulo1.....	12
1.1 Formulación del problema.....	12
1.2 Objetivos.....	13
1.2.1 General.....	13
1.2.2 Específico.....	13
1.3 Justificación.....	14
1.4 Hipótesis.....	15
1.5 Marco referencial.....	15
1.5.1 Marco histórico.....	15
1.5.2 Marco conceptual.....	15
1.5.3 Estado del arte.....	17
2. Capitulo 2.....	25
2.1 Metodología.....	25
2.2 Diseño metodológico.....	27
2.3 Población y muestra.....	27
2.4 Variables.....	28
2.5 Recolección de información.....	28
3. Capitulo 3.....	29
3.1 Administración del proyecto.....	29
3.2 Recursos disponibles.....	30
3.3 Cronograma.....	30
3.4 Personas que participan.....	32
3.5 Método PMBOK.....	32
4. Capitulo 4.....	34
4.1 Resultados.....	34
4.2 Discusión.....	39
4.3 Conclusiones.....	41
Bibliografía.....	42
Anexos.....	43
Vita.....	49

Lista de tablas y figuras

Gráfica 1. Radiación solar Bogotá.....	20
Diagrama 1. Diseño metodológico.....	27
Tabla 1. Variables del proyecto.....	28
Tabla 2. Recursos del proyecto.....	30
Tabla 3. Diagrama de Project.....	32
Tabla 4. Stakeholders.....	32
Tabla 5. Lógica vertical proyecto aplicado.....	33
Tabla 6. Resultados revisión documental.....	35

Lista de anexos

Anexo 1. Encuestas a expertos.....	43
Anexo 2. Imágenes de ubicación de paneles solares	45
Anexo 3. Planos de ubicación de paneles.....	46
Anexo 4. Cotización paneles solares.....	47

Introducción

El siguiente trabajo se desarrolló como proyecto de opción de grado dentro de la especialización de Gestión de Proyectos, para lo cual se optó por generar un proyecto aplicado que se incluye dentro de la línea de gestión de la innovación y del conocimiento, ya que representa la innovación tecnológica en aras de propender por responder a las necesidades de una comunidad en concordancia con el respeto y cuidado de ambiente.

En este sentido este proyecto busca implementar nuevas técnicas para obtener energía, es decir las llamadas energías alternativas o energías limpias; en nuestro contexto las experiencias que involucran este tipo de técnicas son pocas, sin embargo no se debe desconocer que durante la última década se han desarrollado varios proyectos que las involucran, como es el caso de los paneles solares, que en Colombia ha demostrado cada día tener más adeptos, ya sea personas, instituciones, empresas o regiones, están dispuestas a reconocer e implementar el uso de paneles solares dentro de su cotidianidad.

La importancia de diseñar este proyecto se demuestra como una aproximación a las nuevas tendencias mundiales que se viven en materia de energía y cuidado del ambiente, al consolidar este proyecto se abrirá el camino para que las nuevas construcciones acoplen desde su inicio la posibilidad de generar su energía desde la captación de radiación solar, sin depender de un recurso natural no renovable como lo es el agua.

Capítulo 1

1.1 Formulación del problema.

En el edificio Balcones de Oriente ubicado al sur de la ciudad de Bogotá, se presenta un alto consumo de energía para la iluminación de las áreas comunes, alimentación de los sistemas de seguridad de puertas de ingreso peatonal y vehicular y el sistema de monitoreo mediante cámaras de vigilancia. Los costos en las facturas de energía son un factor que afecta la economía y limita los recursos que se recaudan por medio de los cánones mensuales de administración que realizan los propietarios. El edificio es una construcción de 4 pisos, 23 unidades residenciales, y un aproximado de 300 metros cuadrados de áreas comunes. Los espacios por donde circulan los propietarios cuentan con sensores de movimientos y fotoceldas que permiten que las luces no trabajen en horas del día, y en la noche se enciendan al percibir movimiento y se apaguen luego de 1 minuto de no detectar movimientos. Los sistemas de cerraduras de la entrada principal son eléctricas y de igual forma el sistema de apertura de la puerta de ingreso a los parqueaderos, esto hace que el consumo de energía sea constante y de allí el alto costo en el recibo del servicio de energía, en este sentido, el valor de las facturas de energía generadas por la empresa Enel-codensa cada vez van aumentando afectando directamente la economía de los residentes, esto conlleva a buscar mecanismos de optimización económica y funcional del servicio de energía.

Durante la última década se ha multiplicado la información de nuevas formas de proveer energía en los hogares y empresas, como es el caso del uso de paneles solares como fuente energética, lo cual no solamente puede traer beneficios económicos a largo plazo, sino

además es un mecanismo de producción energética amigable con el ambiente. De esta manera la propuesta de este proyecto enfatizará en la propuesta de realizar la adecuación de paneles solares en el edificio balcones de oriente con el fin de proveer la energía para las áreas comunes, esto como prueba piloto a fin de poder multiplicar la experiencia para el total del edificio o para nuevas construcciones.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

- Diseñar una propuesta para la implementación y adecuación de paneles solares en el edificio Balcones de Oriente para la generación de energía eléctrica.

1.2.2 Específicos

- Reconocer los beneficios del uso de energía generada por paneles solares.
- Analizar los resultados de experiencias exitosas en el uso de paneles solares en la ciudad de Bogotá.
- Motivar a los propietarios de la edificación para la implementación de paneles.
- Definir los recursos y la logística adecuada para la implementación de los paneles en el edificio.

1.3 Justificación.

Los paneles solares fotovoltaicos son una nueva alternativa en la generación de energía limpia y renovable ya que se produce por el aprovechamiento de los rayos emanados del sol, estos paneles convierten la radiación solar en energía alterna que es utilizada en los hogares convencionales y que alimenta a los electrodomésticos convencionales de uso cotidiano por las personas. Esta nueva alternativa de generación de energía va en aumento en el país, surge como una necesidad de contribución al medio ambiente contemplando los escenarios del calentamiento global y de antecedentes de escases de combustibles fósiles en tiempo pasado y futuro. Con la implementación de paneles Solares fotovoltaicos en el edificio Balcones de Oriente ubicado al sur de la ciudad de Bogotá, se alimentarán las salas de iluminación de las áreas comunes, reduciendo el consumo de energía y el valor pagado mes a mes en la factura de este servicio público, promoviendo el uso de energías limpias en otras unidades residenciales de la ciudad, ampliando este campo tecnológico que es una alternativa de contribución con el cuidado del medio ambiente y aprovechamiento de los recursos naturales renovables como lo es la luz y la energía solar.

El vincular nuevas técnicas energéticas para suplir las necesidades de las sociedades actuales se convierte en una prioridad mundial, ya que la materia prima para la generación de energía esta por acabar, siendo importante y necesario la integración, estudio y análisis de las nuevas formas de obtención de energía, como lo es la energía a través de paneles solares, ya que es una gran posibilidad de obtención de energía que no solo conserva el medio ambiente sino además y como gran ventaja podría decirse que es su término de permanencia, ya que tendrá periodos muy largos, pues la única dependencia constituye

nuestra estrella solar. En este sentido los paneles solares constituyen la transversalidad que se puede fomentar entre las nuevas tecnologías y el cuidado del ambiente.

1.4 Hipótesis

Con la implementación de paneles Solares fotovoltaicos en el edificio Balcones de Oriente ubicado al sur de la ciudad de Bogotá, se alimentarán las balas de iluminación de las áreas comunes, reduciendo el consumo de energía y el valor pagado mes a mes en la factura de este servicio público, promoviendo el uso de energías limpias en otras unidades residenciales.

1.5 Marco Referencial

1.5.1 Marco histórico

La energía limpia es la que se genera por medio del aprovechamiento de los recursos naturales como por ejemplo la luz solar y las corrientes de aire, en el caso de la energía solar es aprovechada por medio de paneles solares fotovoltaicos, que capturan los rayos solares y los transforman en energía eléctrica con la que se alimentan los electrodomésticos que se utilizan en los hogares. La implementación de los paneles solares fotovoltaicos es en la actualidad una forma de generar energías limpias para la alimentación de redes internas de hogares o empresas. Los paneles se deben conectar a un dispositivo denominado inversor, que transforma la energía recibida en corriente alterna, es decir con la que funcionan los aparatos eléctricos y las luces o bombillas. Los paneles solares generan energía constante por lo que se debe consumir en el instante y de no ser así se deben conectar con baterías de almacenamiento, en el caso de que se pretenda hacer uso de esta energía en horas de la noche, momento en el que los paneles no están en funcionamiento,

pero que con la ayuda de las baterías se almacena energía no usada en el día.

Los paneles solares son placas que absorben la radiación solar para ser utilizada como energía eléctrica o generadora de calor, los paneles solares convencionales tienen la característica de transformar la energía solar en fuente calor y los paneles solares fotovoltaicos convierte energía solar en corriente alterna, este tipo de corriente es la utilizada para dar funcionamiento a los electrodomésticos que se utilizan en los hogares.

En Colombia la implementación de sistemas de aprovechamiento de la energía solar data desde los años 70, cuando se adecuan sistemas de calentamiento solar para estudiar su funcionamiento; posteriormente algunas universidades de Bogotá adecuan estos calentadores solares de agua para uso comunitarios como en los hospitales y edificios de apartamentos, estos sistemas consistían en la instalación de contenedores de gran capacidad de almacenamiento en las terrazas o techos de las construcciones, estos desarrollos tuvieron su máxima expresión a mediados de los ochenta en la aplicación masiva en Medellín y Bogotá en urbanizaciones como ciudad salitre y el tunal (Rodríguez, 2008). Para esta época los costos de la instalación de estos sistemas de calentamiento eran relativamente alto, alcanzando costos de \$2'500.000 aproximadamente, esto valores cubrían un tanque de almacenamiento de 120 litros y los respectivos paneles colectores solares.

Para la década de los noventa estos sistemas fueron remplazados por la llegada de los calentadores a gas, siendo estos sistemas más económicos y que utilizan menos espacio, presentando como beneficio el bajo costo del uso del servicio de gas natural, cabe aclarar que en la actualidad los calentadores solares funcionan sin inconvenientes demandando un mantenimiento básico.

1.5.2 Marco Conceptual

Los paneles solares fotovoltaicos como se mencionó anteriormente son dispositivos que se utilizan para capturar la energía emanada del sol y transformarla en corriente alterna, este sistema se implementa en Colombia con el objetivo de crear proyectos que pudieran suplir a necesidad de las viviendas ubicadas en sitios remotos y de difícil acceso del territorio nacional o que no se encontraban contemplados en el Sistema de Interconexión Nacional, estas actividades surgieron con el programa de telecomunicaciones rurales de Telecom con la asistencia técnica de la Universidad Nacional (Rodríguez, 2008), según estudios realizados concluyen que al día de hoy mas del 70% de las instalaciones de paneles fotovoltaicos se encuentran en funcionamiento.

Si observamos las implementaciones de los calentadores solares y los sistemas de generación de energía por medio del aprovechamiento de la luz solar, ambos sistemas instalados a mediados de los años 80 aún funcionan demostrando la durabilidad de estos y por ende se puede concluir que el ahorro en dinero es representativo, así como la preservación del medio ambiente y la utilización de un recurso inagotable como es la energía generada por el sol.

Los paneles solares fotovoltaicos generar la electricidad al momento de absorber la radiación presente en los rayos solares, esto con referencia a que Colombia por estar ubicada cerca a la línea ecuatorial, goza de un clima en donde la radiación solar es constante, es decir se pueden alimentar los paneles solares 365 días al año, cabe aclarar que existen meses en los que los niveles de rayos solares son más bajos pues se les considera meses de lluvia, según datos de la unidad de planeación minero energética (UPME) los

meses donde se presenta una baja de radiación solar son los meses de mayo, octubre y mediados de noviembre, como parte de los datos que brinda un estudio de la UPME en Colombia se tiene un promedio de radiación diaria de 6 horas (Arrieta. 2012); estos resultados demuestran la disponibilidad de recursos, en este caso recursos naturales para generar electricidad alterna y así alimentar electrodomésticos o bombillas eléctricas, teniendo presente que al ser una exposición constante de los paneles a la luz solar, la energía generada al no ser consumida al instante debe ser almacenada por medio de baterías para posteriormente ser utilizada especialmente en horas de la noche, periodo en que los paneles fotovoltaicos se encuentran deshabilitados.

La evolución de los sistemas de generación de energía no convencional en Colombia es pequeña frente a otros países de Europa, un ejemplo es España en donde ya no solo los sistemas se encuentran ubicados en casa ubicadas recónditamente, ahora su tecnificación y avance en este tema ha logrado implementar huertas solares, en donde se instalan una gran cantidad de paneles y se alimenta la red eléctrica convencional que a su vez surte de corriente alterna a las principales ciudades de este país, en el año 2006 se alcanzaron 120 megavatios de potencia fotovoltaica instalada en España, situándola en el segundo país europeo y cuarto a nivel mundial según la Asociación de la Industria Fotovoltaica (Huidobro, 2015).

En Nuestro país el avance es este tipo de tecnología de generación de energía solar hasta el momento esta en periodo de crecimiento, el proyecto en el que trabaja la empresa prestadora del servicio de energía en la capital y otras ciudades del país Enel – Codensa es hasta el momento el más grande en cuanto a instalación de paneles fotovoltaicos, ya que

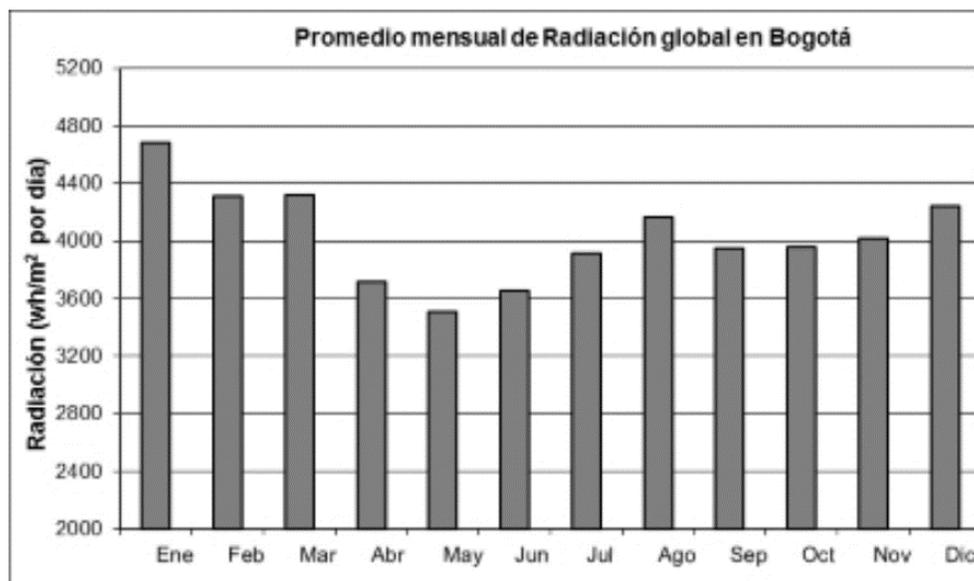
con el se espera generar la corriente alterna suficiente para alimentar 4,250 hogares, se estima la instalación de 1.200 paneles solares para poder generar esta cantidad de energía.

Este proyecto pretende proveer el servicio público a poblaciones del eje cafetero, que no solo será un aliciente en alternativas para la producción de energías limpias, sino además un aporte para la conservación del medio ambiente, ya que de cumplirse con los resultados esperados se disminuiría la producción de emisiones de CO₂ será de cerca de 4.250 toneladas. La instalación de los paneles solares fotovoltaicos en proyectos como el mencionado anteriormente adelantado por Enel – Codensa, demanda la implementación de bases sobre los cuales se sujetan los paneles, este tipo de instalaciones se utilizan bases giratorias que se permiten hacer seguimiento a el movimiento del sol, aumentando la eficiencia debido a que los paneles se encuentran constantemente absorbiendo la radiación, esta instalación aumenta los costos debido a que las bases son automatizadas, por lo que en pequeños proyectos es más conveniente el uso de las bases fijas convencionales.

En la ciudad de Bogotá podemos resaltar la implementación de paneles solares para la generación de energía en un edificio ubicado al norte, esta estructura cuenta con paneles que recubren la fachada y así capturan la luz del sol convirtiéndola en electricidad, con la que se alimenta la iluminación del edificio en sus áreas comunes, logrando un consumo de 0% de energía eléctrica elaborada a partir de combustibles fósiles o corrientes hidráulicas. Este tipo de instalaciones son el inicio del aprovechamiento de la energía solar para el beneficio de los habitantes y el medio ambiente, así, actualmente Colombia enfrenta el reto de poder destacarse por ser un ejemplo de conservación y auto sostenimiento, este tipo de iniciativas se suman a pequeñas instalaciones adecuadas en casas y apartamentos, con los que se

pretende como primera medida reducir el costo en los cobros en las facturas del usos de energía eléctrica y por otra parte contribuir con el cuidado del medio ambiente.

En Bogotá en el último estudio realizado por el Ministerio de Minas y Energía del año 2018, se establecieron los rangos de radiación solar aprovechable para la creación de energía eléctrica, teniendo durante todos los meses analizados rangos mayores a 3000 voltios (ver gráfica), lo cual la ubica como un lugar ubicado espacialmente acorde para la producción de energía eléctrica, ya que provee tres veces la energía de los países Europeos, donde los paneles solares son la vanguardia energética.



Gráfica 1: Radiación de Bogotá año 2018 (Tomado del informe de sostenibilidad, Ministerio de Minas y Energía)

1.5.3 Estado del arte

Dentro de la indagación realizada se pudo encontrar:

El trabajo realizado por Humberto Rodríguez Murcia aborda la presencia de los primeros modelos de aprovechamiento de la energía solar por medio de calentadores instalados hacia los años setenta por la Universidad de Santander, la universidad Nacional, los Andes y la Universidad del Valle, inician programas experimentales para medir el funcionamiento de calentadores domésticos de agua. Los resultados de esta instalación fueron satisfactorios debido al adecuado funcionamiento este tipo de calentadores solares, los cuales se instalaron en edificaciones de vivienda como edificios de apartamentos de la ciudad de Bogotá. Este documento presenta los beneficios que ofreció a los usuarios y larga durabilidad ya que a la fecha de publicación de este material la mayoría de los calentadores solares aún se encuentran en funcionamiento. Dentro de esta investigación se indaga en la evolución de los paneles solares para la adecuación de sistemas de comunicación en zonas rurales de difícil acceso, en donde no se disponía de sistemas de redes eléctricas, así como los nuevos retos para futuras generaciones en el avance e implementación de nuevas tecnologías en este campo y su uso en otros ámbitos como el agrícola y el industrial.

Dentro de las investigaciones más actualizadas, esta como referente la realizada por Rafel Eduardo Ladino (año), quien presenta el caso de la implementación de un sistema de generación de energía solar a partir del uso de paneles solares fotovoltaicos, instalado en la vereda Carupana, municipio de Taramena perteneciente al departamento del Casanare, el caso de esta vereda ubicada en un lugar fuera de la cobertura de la red eléctrica nacional y con deficiente comunicación por vía terrestre, que presentan deficiencia en la prestación del servicio de energía debido al difícil acceso y al clima que por inconsistencia del suelo, en

épocas de lluvia se presentaba caída de postes de energía y cortes constantes del servicio de energía en la comunidad así como la dificultad para el suministro de agua potable por medio de sistema de bombeo por maquina hidráulicas. Por medio de las diferentes solicitudes de los habitantes de la vereda Carupana el gobierno regional presenta un proyecto para la instalación de paneles solares para la generación de energía con el fin de suplir las necesidad de la comunidad de este sector, dando como resultado un cambio en la calidad de vida de los personas, desde lo domestico hasta lo social, ya que se muestra el caso positivo del hospital, en donde ahora se cuenta con un fluido eléctrico dual, es decir alimenta la red interna de con energía convencional y solar, así como la instalación de un poso para la extracción de agua potable en donde la bomba extractora es alimentada energía generada por medio de paneles solares fotovoltaicos, siendo esto uno de los ejemplo de éxito en la implementación de este tipo de energías alternativas por medio del aprovechamiento de la energía suministrada por la naturaleza.

Otro trabajo realizado por Gómez, Murcia & Cabeza (2017), pretendió hacer un análisis documental sobre la intensidad de la radiación solar en las diferentes regiones de Colombia y el aprovechamiento que se le ha dado a este recurso natural inagotable, por medio de instalaciones para uso doméstico principalmente en zonas rurales de difícil acceso fuera del alcance del sistema interconectado nacional (SIN), el estudio se realizó por medio de consultas a documentos de grado, revistas tecnológicas, artículos de revistas especializadas, tesis, bases de datos y páginas de institutos de investigación. La información obtenida demuestra la intensidad solar en los diferentes departamentos gracias a datos suministrados por equipos de medición de radiación solar, así como la capacidad de la energía generada por medio de las instalaciones de paneles solares fotovoltaicos en diferentes ubicaciones a

lo largo del territorio nacional. Este trabajo demuestra el bajo aprovechamiento para esa época de la energía solar y la capacidad que se podría alcanzar para cubrir necesidades básicas de iluminación, funcionamiento de electrodomésticos.

María Lorena y Cindy Guevara como trabajo de grado presentan a los propietarios de la Granja “La Fortaleza” ubicada en Melgar – Tolima, un proyecto para la instalación de paneles solares fotovoltaicos con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica generada a partir de combustibles fósiles, con aras de contribuir con el medio ambiente y prever eventualidades de suspensión del fluido eléctrico que por lo general en esta parte del departamento de Cundinamarca son frecuentes, debido al crecimiento de la población de habitantes que se acentúan en la región y a su vez la demanda por la energía de proporciona la empresa Enertolima. Los resultados obtenidos al analizar los costos, la óptima ubicación de la granja y los beneficio que podrían obtener tanto económico, social y ambiental, son presentados como una alternativa en el mejoramiento de la calidad de vida de los propietarios y visitantes de la granja.

Andrés Felipe Zuluaga y Julián Olaya (2015), presentan un análisis de la cantidad de horas solares en las cuales se puede captar la radiación para la generación de energía por medio de paneles solares, en el documento se presenta un promedio de 8 horas día en el caso de las regiones caribe de Colombia y de 4 horas de iluminación solar promedio en las ciudades del centro del país. La rotación de la tierra y la ubicación de Colombia en la línea ecuatorial, la convierte en un país privilegiado por la cantidad de iluminación solar que recibe diariamente, esto con el fin de demostrar que el uso de paneles solares fotovoltaicos fijos son una herramienta adecuada para la generación de energía limpia gracias a una fuente renovable como lo es la energía solar. Al presentar estructuras fijas convencionales

debido a la rotación de la tierra, en algunos lugares se aprovecha la energía solar ya sea en la mañana o en la tarde únicamente, esto dependiendo de la ubicación de los paneles y la disponibilidad de espacio para su instalación, Zuluaga y Olaya presentan una propuesta para implementación de un sistema más sofisticado basado en paneles solares móviles automatizados, esto con el objetivo de captar el 100% de la energía solar en el día demostrando el avance tecnológico que se presenta en la generación de energía por medio de paneles solare fotovoltaicos.

Capítulo 2

2.1 Metodología.

La metodología por desarrollar esta mediada por una revisión documental soportada en un juicio de expertos ejecutado a través de una encuesta en escala Likert, donde se buscará reconocer la satisfacción del uso de paneles solares en experiencias cercanas al contexto del proyecto. Para la realización del proyecto se contempla inicialmente la consulta de material bibliográfico referente a el funcionamiento de los paneles solares fotovoltaicos, posterior a esto se realizará la consulta a expertos sobre las experiencias adquiridas con el trabajo que realizan los paneles y los beneficios que estos aportan tanto en la reducción del costo del consumo de energía comercial, además del cuidado del medio ambiente. Dentro de la metodología a implementar se contempla la visita a edificios y residencias que cuentan en la actualidad con este sistema de energía limpia, retomando información relevante que sirva como referencia en la definición del presupuesto necesario para la puesta en marcha del proyecto de instalación de paneles solares en el edificio Balcones de Oriente. Se proyecta una duración de este proceso de seis meses, posteriormente se irán analizando los beneficios y puntos débiles de la implementación de paneles solares en el edificio a fin de ir adecuando y mejorando la propuesta del proyecto.

Es necesario proponer la implementación del proyecto de forma adecuado en busca de dar solución al problema identificado, brindando a las personas afectadas una respuesta satisfactoria a su necesidad, por lo que se tomará como referencia y soporte para la ejecución de las diferentes actividades la propuesta de la guía PMBOK versión 6, para la planificación, ejecución y seguimiento a las diferentes actividades que se deben realizar

para poder cumplir los objetivos propuestos en el proyecto. Así mismo se verificará la viabilidad del proyecto a través de los resultados obtenidos por medio de la aplicación de encuestas a personas que han realizado este tipo de implementaciones de paneles solares o que han tenido contacto con ellos y su funcionamiento, en este sentido estos resultados serán usados como soporte para la solución del problema, igualmente con los estudios técnicos se definirán los recursos necesarios para la ejecución del proyecto y poder ser presentado a los residentes del edificio Balcones de Oriente, en este procedimiento se realizará la evaluación *ex ante* para precisar los indicadores de evaluación de costo por beneficio y para analizar si los resultados obtenidos justifican la inversión a realizar. Se presentará un cronograma en donde se planificarán las actividades a realizar, los tiempos destinados para culminar cada actividad definiendo las tareas predecesoras, así como los responsables del desarrollo y cumplimiento de cada acción, realizando seguimiento por medio de formatos que permitan identificar los posibles retrasos o problemas que se puedan presentar, y de esta forma presentar alternativas o correctivos evitando el retraso en los plazos estipulados, todo esto con el fin de presentar una propuesta acorde a las necesidades del edificio en función de lograr la aceptación del proyecto por parte de los propietarios.

2.2 Diseño Metodológico

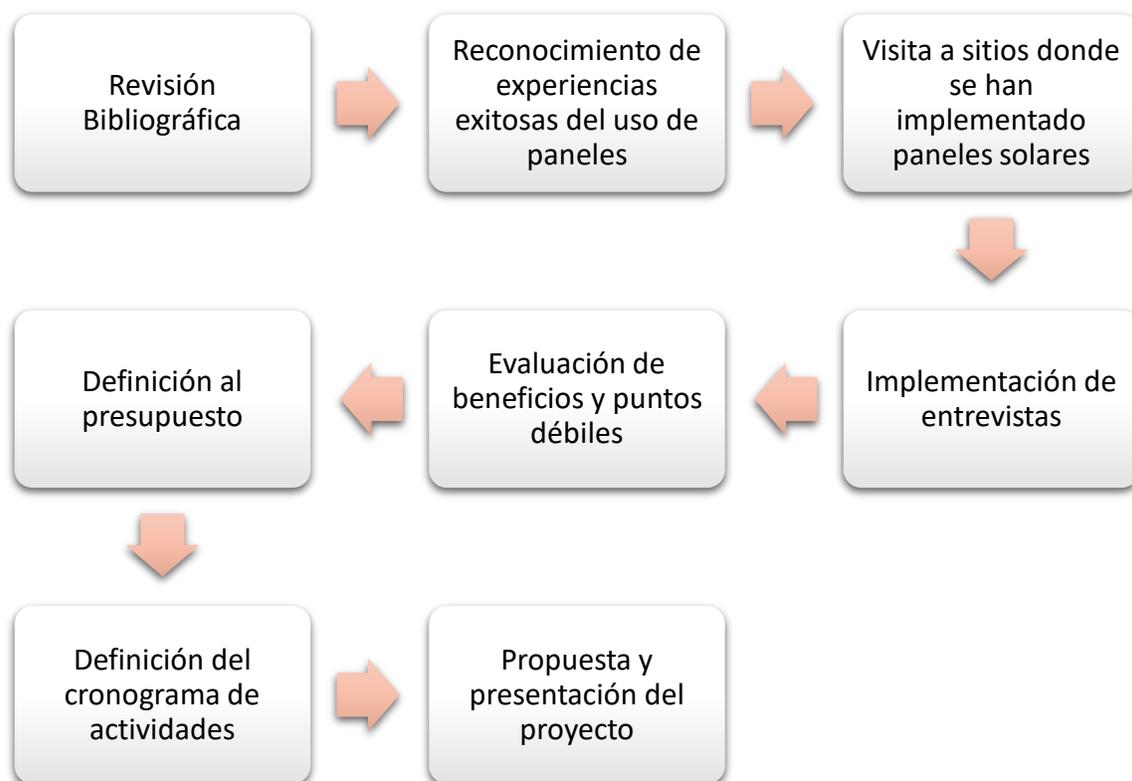


Diagrama 1. Diseño metodológico

2.3 Población y muestra

La población por impactar corresponde a los residentes donde se llevará a cabo la implementación del proyecto, es decir los residentes del edificio Balcones de Oriente, sin embargo, para la consulta de expertos es necesario recurrir a la realización de encuesta con personas que hallan estado implicadas de alguna manera en proyectos similares en la ciudad de Bogotá, en total 10 entrevistas.

2.4 Variables

Variable	Caracterización
Impacto económico	Se analizará la relación entre el costo de implementación de los paneles solares frente a el ahorro presentado en el pago del recibo de energía.
Impacto ambiental	Se generará una experiencia exitosa, como aporte ambiental y referencia para nuevas construcciones.

Tabla 1. Variables del proyecto

2.5 Recolección de información

Inicialmente para la recolección de información se realizó una revisión documental sobre la implementación de paneles solares en la ciudad de Bogotá y otras ciudades o poblaciones del territorio Nacional, además de información internacional, lo anterior para tener certeza del funcionamiento e implementación de los paneles solares en proyectos pequeños, su factibilidad, los costos y beneficios ofrecidos por esta tecnología y la disponibilidad en el mercado local. También se realizó una visita de una experiencia exitosa en Bogotá para conocer de cerca la dinámica del funcionamiento de los paneles solares, finalmente se aplicó una encuesta a 6 personas que han tenido algún tipo de contacto con los paneles solares y su funcionamiento.

Capítulo 3

3.1 Administración del proyecto

La administración de la implementación del proyecto de la instalación de paneles solares se desarrollará por medio de 5 etapas claves las cuales determinan la adecuada organización de cualquier proyecto desde el inicio hasta su culminación.

Inicio: se reconoció el problema a solucionar y a partir de él se realiza un análisis documental donde se contextualiza el proyecto y se reconocen los beneficios y posibles perjuicios.

Planificación: en esta etapa se diseña toda la logística mediante la cual se llevará a cabo el proyecto, es decir se analizará la viabilidad en costos, recursos y tiempos, para ello se utilizará como guía el manual PMBOK versión 6, también se desarrollará la actividad de socialización y motivación con los propietarios del edificio.

Ejecución: se proyecta el inicio de la etapa durante el año 2020 con una duración de 3 meses, tiempo en el cuál se dispondrán de los recursos necesarios para la instalación y adecuación de los paneles solares y demás materiales que permitan el correcto funcionamiento del sistema de generación de energía.

Seguimiento: se realizará seguimiento a la instalación de los paneles corroborando la correcta instalación y funcionamiento del sistema en cuanto a generación de energía, posteriormente se realizará monitoreo a los resultados obtenidos referentes al consumo de energía eléctrica confrontando los consumos actuales frente a los anteriores a la instalación de los paneles.

3.2 Recursos disponibles

RECURSO	DESCRIPCIÓN
Equipo Humano	1 Electricista, 1 Instalador,
Equipos y Software	2 Paneles Solares, Conversor de energía, pilas de almacenamiento.
Software	Ubicación satelital del previo con uso de Google Maps
Viajes y Salidas de Campo	Visitas a edificios que cuenten con instalaciones de paneles solares
Materiales y suministros	Cable eléctrico, Cinta, conectores, terminales, materiales de construcción
Bibliografía	Información en la web y consulta de expertos
Bibliografía	Estudios de la intensidad de la radiación solar en Bogotá.
Documental	Presupuesto y estimación de los costos del proyecto
Documental	Información del consumo actual de energía del edificio y costo de Kw mesualmente

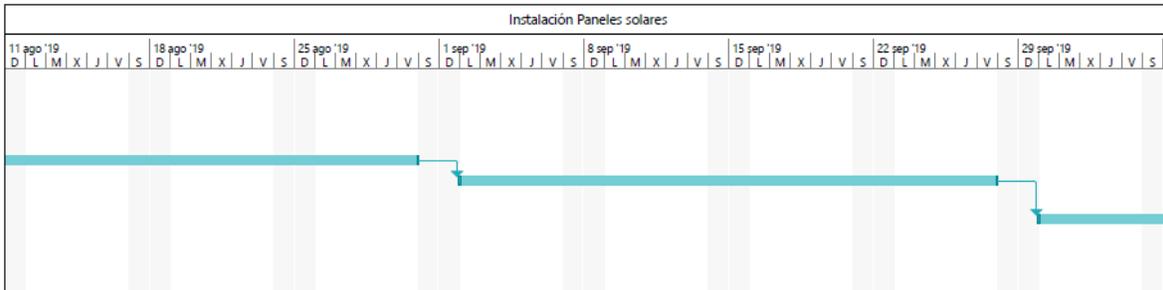
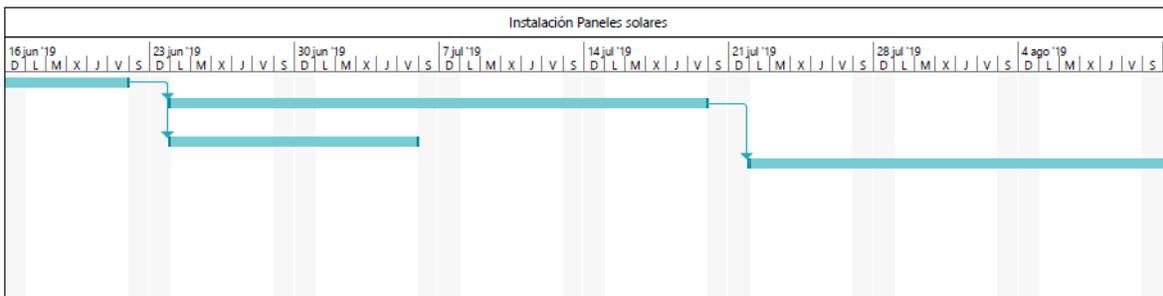
Tabla 2. Recursos del proyecto

3.3 Cronograma

TIEMPO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
ACTIVIDAD						
Presentación del proyecto a los residentes del edificio						
Estudio de los espacios para la instalación de los paneles solares						
Estudios del consumo real del edificio						

Visitas a instalaciones con paneles solares						
Instalación de los paneles solares y conexión de baterías						
Seguimiento de la producción de energía solar						
Retroalimentación del funcionamiento de los paneles solares						

Instalación Paneles solares							2 jun '19		9 jun '19												
id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	
1	🚀	Presentación del proyecto a los residentes del edificio	15 días	lun 3/06/19	vie 21/06/19																
2	🚀	Estudio de los espacios para la instalación de los paneles solares	20 días	lun 24/06/19	vie 19/07/19	1															
3	🚀	Estudio del consumo real del edificio	10 días	lun 24/06/19	vie 5/07/19	1															
4	🚀	Visitas a instalaciones con paneles solares	30 días	lun 22/07/19	vie 30/08/19	2															
5	🚀	Instalación de los paneles solares	20 días	lun 2/09/19	vie 27/09/19	4															
6	🚀	conexión de baterías	7 días	lun 30/09/19	mar 8/10/19	5															
7	🚀	Seguimiento de la producción de energía	30 días	mié 9/10/19	mar 19/11/19	6															
8	🚀	retroalimentación del funcionamiento de los paneles	5 días	mié 20/11/19	mar 26/11/19	7															
9	🚀	Socialización de los resultados a los propietarios	3 días	mié 27/11/19	vie 29/11/19	8															



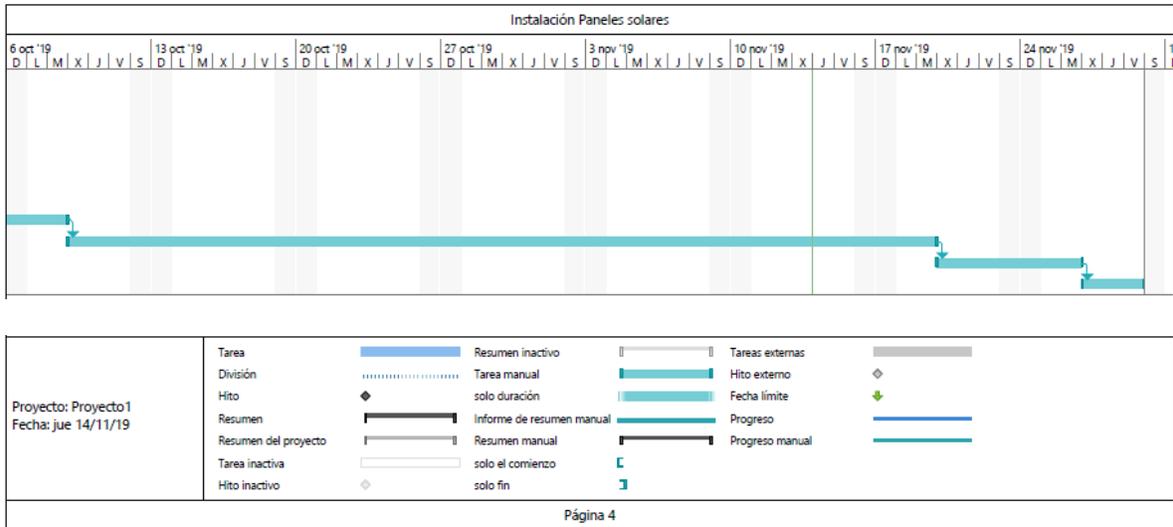


Tabla 3. Diagrama de project

3.4 Personas que participan

INTERESADOS CLAVES	
INTERESADOS INTERNOS	INTERESADOS EXTERNOS
➤ Residentes del edificio	➤ Enel-Codensa
➤ Administrador del edificio	➤ Alcaldía local San Cristóbal
➤ Propietarios de apartamentos	➤ Comercializadores de paneles solares
➤	➤ Entrevistados

Tabla 4. Stakeholders

3.5 Método PMBOK

- Recursos humanos: Electricistas, instaladores, Gestor del Proyecto, expertos.
- Comunicaciones: Actas de reuniones, comunicados de propietarios, publicación de la experiencia en medios de comunicación.

- **Riesgo:** Que se produzcan sobrecostos, que no haya buen funcionamiento de los paneles solares, que los paneles no suplan las necesidades energéticas.
- **Abastecimiento:** Se requiere 2 Paneles Solares, Conversor de energía, pilas de almacenamiento.
- **Grupos de interés:** Residentes del Edificio Balcones de Oriente, población de expertos e interesados en nuevas formas de producción energética.

Descripción	Indicadores	Fuentes de verificación	Supuestos
Finalidad	Contribuir a la disminución de consumo de energía eléctrica	Factura de energía	El consumo de energía disminuye mes a mes
Objetivo	Reducir el valor de la factura de energía	Factura de energía	Los costos que asumen los residentes por el pago de la factura de energía son menores
Producto	Alternativas de generación de energía limpia	Informes de comportamiento de los paneles	Los paneles solares suministran energía para la iluminación de las áreas comunes.
Actividades	Dinero Tiempo Unidades	Programa informático Project	Las actividades y costos se cumplen según los establecido.

Tabla 5. Lógica vertical proyecto aplicado

Capítulo 4

4.1 Resultados

Desde el análisis literario es posible encontrar algunas características de la producción de energía a través de paneles solares y a su vez, realizando un análisis comparativo de este tipo de producción de energía con las técnicas de producción energética convencionales en Bogotá, a continuación, se presenta una aproximación comparativa entre la producción de energía a partir de estas dos técnicas, paneles solares e hidroeléctrica:

	Energía hidroeléctrica	Paneles solares
Materia prima	Para generar 1 Kw se necesitan 3 litros de agua por segundo	Para generar un 1Kw es necesario 1.367 W/m^2 (constante solar) y 1 Panel solar entre 8 a 10m^2
Inversión inicial	\$ 70,260 por Kw generado	\$ 2,857 por Kw generado
Costo kw generado	\$ 524,19	\$ 0
Impacto ambiental	Alteración de ecosistemas acuáticos y su bio-diversidad	Ninguno
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • No producen emisiones de CO₂ • Es un tipo de energía renovable • Capacidad para almacenar energía • Eficiente • Producción 24 horas 	<ul style="list-style-type: none"> • Es renovable • No produce impacto ambiental • Mantenimiento económico de equipos • No genera costo de traslado • Materia prima inagotable

Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto ambiental • Cambia el curso de los ríos • Grandes costos de inversión • Dependencia de factores climáticos • Costo elevado para el traslado • Planta física en puntos específicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesita espacio para la instalación de paneles • Costo elevado en la instalación • Producción 4 a 6 horas al día • Costo elevado para el almacenamiento
Perspectiva	<p>Este tipo de energía es la mejor alternativa para suplir la demanda de los habitantes del territorio Nacional, su tecnificación para el monitoreo de las cuencas de agua y el correcto funcionamiento de las plantas generadoras se realiza por medio de herramientas informáticas con el fin de ser más eficientes, pero se contempla los cambios climáticos a futuro.</p>	<p>El aumento en la producción de energía solar en comparación de hace 5 años es de un 20%, por lo que se han implementado grandes proyectos para ser una alternativa autosostenible en lugares recónditos y grandes capitales, día a día los costos de los paneles solares van disminuyendo debido a la incursión en el mercado de nuevos fabricantes de paneles solares.</p>

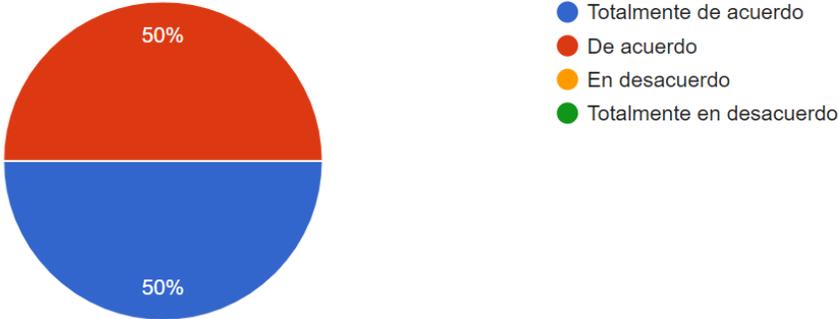
Tabla 6. Resultados revisión documental

Para demostrar la viabilidad del proyecto también se acudió a una consulta con personas expertas en el tema, para esto se realizó una encuesta tomando como muestra representativa dos personas de cada una de las tres edificaciones encontradas en Bogotá, un apartamento ubicado en el barrio Chico, un hotel totalmente autosustentable y las instalaciones de la

empresa Italo en Bogotá, los cuales cuentan con paneles solares para la producción energética, dentro de esta encuesta se obtuvieron los siguientes resultados.

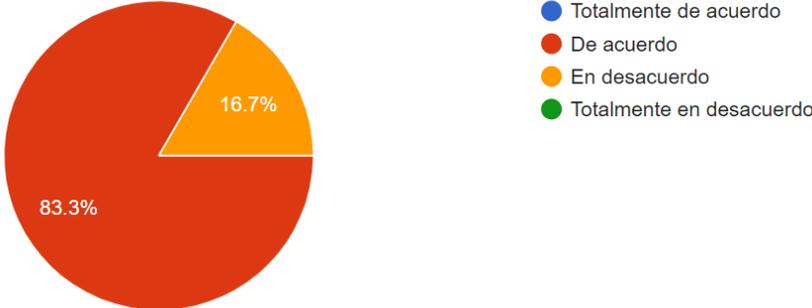
1. ¿Cree que la implementación de paneles solares son un beneficio económico a futuro?

6 respuestas



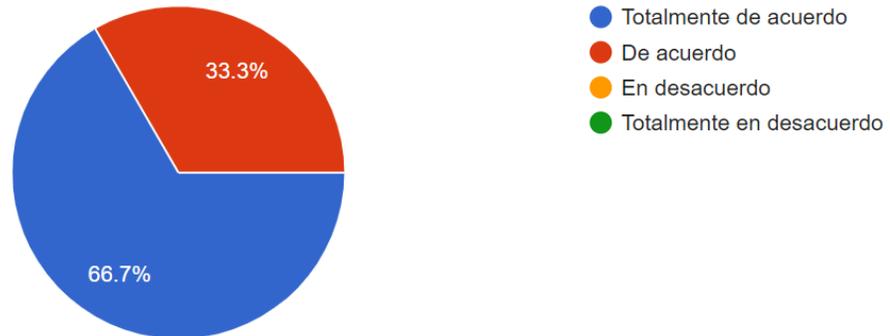
2. ¿los costos de la implementación de los paneles solares justifican la inversión, en relación con el ahorro de dinero por el pago del servicio de energía?

6 respuestas



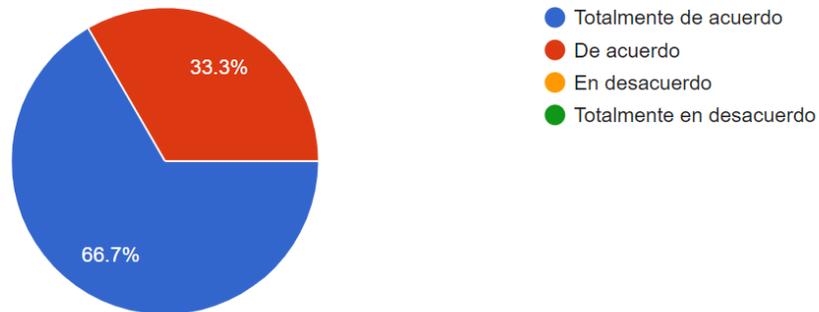
3. ¿Considera que el pago del recibo por consumo de energía ha disminuido?

6 respuestas



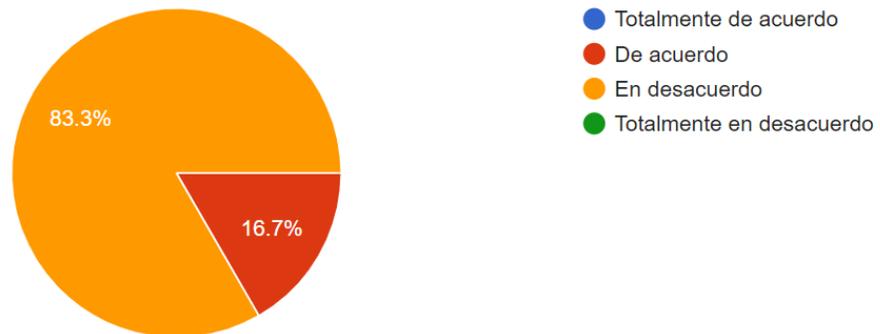
4. ¿Considera que los paneles solares permiten la reducción de la emisión de CO2 y con ello el cuidado del medio ambiente?

6 respuestas



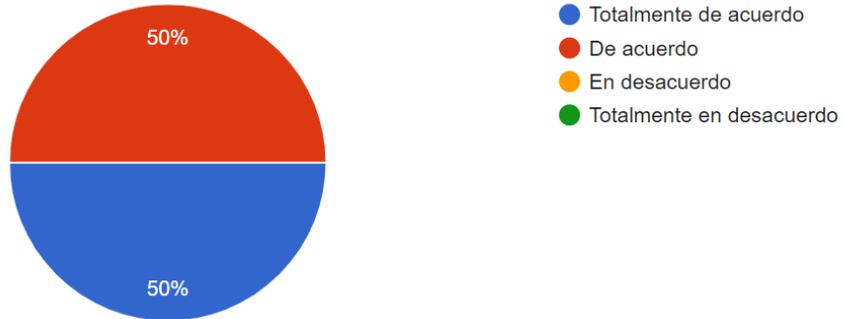
5. ¿ha sido fácil la adquisición en el mercado nacional los paneles solares y demás instrumentos para la adecuación del sistema de generación de energía fotovoltaica?

6 respuestas



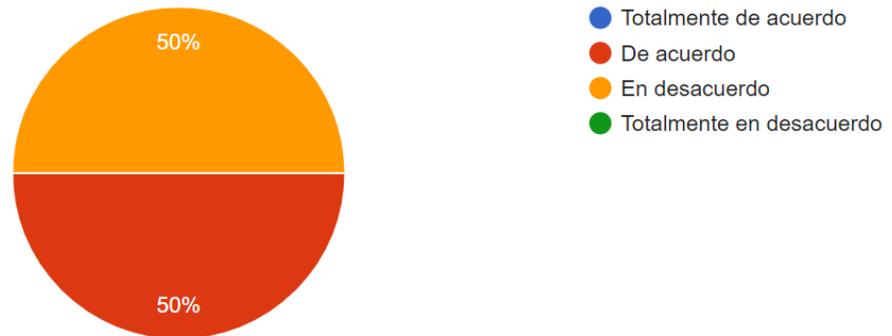
6. ¿Considera que la radiación en Bogotá permite la suficiente generación de energía para suplir las necesidades en cuanto a consumo de energía en horas del día?

6 respuestas



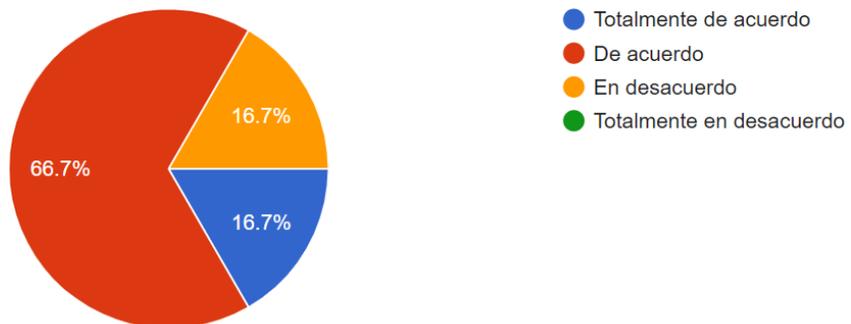
7. ¿considera necesario la instalación de pilas para almacenar la energía no utilizada?

6 respuestas



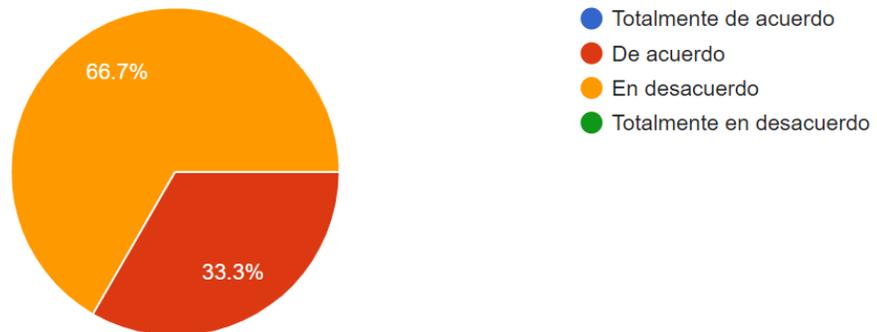
8. ¿Considera que los paneles solares tienen una vida útil superior a los 10 años si se les aplica mantenimiento?

6 respuestas



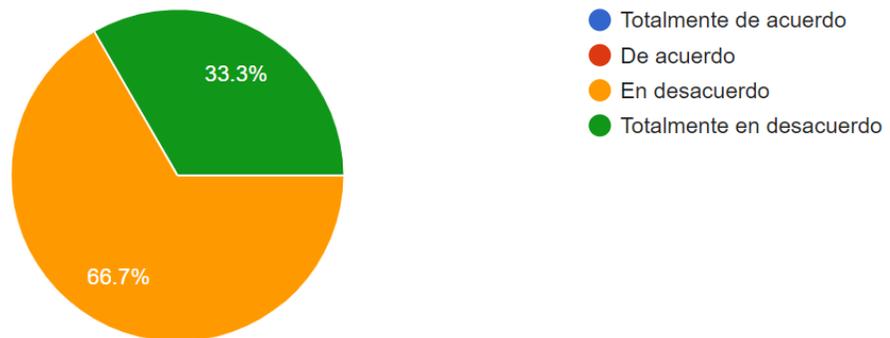
9. ¿Considera que el mantenimiento de los paneles solares es costoso y complicado?

6 respuestas



10. ¿La instalación de los paneles representa peligro en cuanto a descargas o posibles explosiones que pueda afectar personas en el entorno donde han sido adecuados?

6 respuestas



4.2 Discusión

De las respuestas anteriores es posible evidenciar que las preguntas que muestran alguna relación con el impacto económico a futuro otorgan respuestas positivas para la implementación del proyecto, es decir que todos consideran que los paneles solares son un ahorro económico a futuro; sin embargo cuando se indaga sobre la inversión inicial las respuestas no demuestran la contundencia de aprobación del proyecto, ya que los encuestados de la empresa Italo afirmaron que la inversión inicial es muy alta.

En cuanto a las respuestas del orden ambiental, todas son totalmente contundentes ya que todos estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo que se reducen las emisiones de dióxido de carbono al ambiente, además que se protege el recurso hídrico.

En cuanto a la parte de mantenimiento las respuestas fueron ambiguas, ya que la mitad de los encuestados afirmo que era fácil el mantenimiento y la ubicación de repuestos para los paneles solares, mientras que la otra mitad considera que ha sido un poco complicado el mantenimiento, ya que es un sistema que hasta ahora esta en proceso de evolución en Colombia.

Así, de acuerdo con lo observado en los datos recolectados en la consulta bibliográfica, las visitas realizadas y las encuestas aplicadas los paneles solares representan en la actualidad una excelente opción para la generación continua de energía eléctrica, ya que su impacto ambiental es positivo porque se disminuyen la generación de gases, protege el principal recurso de vida como lo es el agua y sobre todo se aprovecha un recurso constante y con una larga vida útil, como lo es la radiación solar.

De esta manera, es claro que las experiencias de otros edificios demuestran la gran aceptación que tiene este sistema de generación de energía, pues no se encontraron respuestas negativas en su implementación y por el contrario las personas cercanas a estas experiencias siempre expusieron los grandes beneficios que ha traído este tipo de energía para su contexto.

En cuanto al impacto económico, a pesar de que inicialmente se requiere una inversión alta en comparación con la energía hidroeléctrica su coste a largo plazo justifica la inversión inicial, ya que mes a mes la reducción del pago del servicio de energía es del 95%

cuando se usan baterías almacenadoras y cerca del 78% cuando no se usan un sistema de almacenamiento.

4.2 Conclusiones

La indagación de fuentes bibliográficas y la implementación de encuestas sirvió como base de recolección de información y con los resultados obtenidos se logrará presentar una propuesta para la instalación de paneles solares a los residentes del edificio balcones de oriente, ya que hoy en día los costos en el pago del servicio de energía son elevados, siendo esta opción una forma de innovación que genera resultados positivos desde un punto de vista económico y ecológico.

El uso de paneles solares son una opción para la generación de energía limpia, que en la actualidad se ha venido implementado en hogares y grandes empresas, esto gracias a los beneficios que ofrece desde el punto de vista ecológico y económico, ya que se evidenció que este tipo de energías no genera impacto ambiental alguno y por otra parte ofrece beneficio en la reducción de los costos del pago del recibo de energía eléctrica.

Las experiencias exitosas conocidas demuestran el avance que ha tenido la implementación de los paneles solares en la ciudad de Bogotá, esto gracias a la capacidad de absorción de radiación solar que se puede obtener en la ciudad y los beneficios que esto ofrece ambiental y económicamente. La instalación de los paneles solares permite suplir las necesidades energéticas de los lugares donde han sido instalados presentando resultados satisfactorios que son un ejemplo para poder ser replicados en nuevos lugares, esto siendo consecuentes con el aumento de esta tecnología y la disminución de los costos de los paneles solares.

Bibliografía

- Arrieta, M. Olmos, L. Izquierdo, J. y Álvarez, R. (2012). Diseño de prototipo de sistema solar fotovoltaico optimizado el ángulo de inclinación de los paneles solares. Prospect Volúmen 10. Bogotá.
- Celsia. (2019) Todo lo que debe saber sobre la energía solar en Colombia. Bogotá.
- Cortés, L. (2008). Microcentrales para la generación de energía. Fundación hondureña de investigación agrícola. Honduras.
- Gómez, J. Murcia, J. & Cabeza, I. (2017). La energía solar Fotovoltaica en Colombia. Universidad santo Tomás. Bogotá.
- Guevara, C. Pérez, M. (2015). Análisis de viabilidad del suministro de energía eléctrica a la granja la fortaleza ubicada en Melgar – Tolima mediante la implementación de un sistema solar fotovoltaico. Universidad Libre. Bogotá.
- Huidobro, M. (2015). Parques Solares, Una Inversión muy rentable. ACTA. España.
- Ladino, R. (2011). La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia. Universidad Javeriana. Bogotá.
- Rodríguez, H (2009). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Bogotá: Revista de Ingeniería Universidad de los Andes.
- Universidad Tecnológica de Pereira (2010). Conexión de un sistema fotovoltaico a la red eléctrica. Pereira: Andrés escobar Mejía.
- Zuluaga, A. Olaya, J. (2015). Implementación de un panel solar móvil automatizado para la generación de energía limpia. Universidad Católica de Colombia. Bogotá.

Anexos

Anexo 1. Encuesta a expertos

Encuesta de reconocimiento de experiencias del uso de paneles solares

Lugar:

1. ¿Cree que la implementación de paneles solares son un beneficio económico a futuro?

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

2. ¿los costos de la implementación de los paneles solares justifican la inversión, en relación con el ahorro de dinero por el pago del servicio de energía? *

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

3. ¿Considera que el pago del recibo por consumo de energía ha disminuido? *

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

4. ¿Considera que los paneles solares permiten la reducción de la emisión de CO2 y con ello el cuidado del medio ambiente? *

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

5. ¿ha sido fácil la adquisición en el mercado nacional los paneles solares y demás instrumentos para la adecuación del sistema de generación de energía fotovoltaica? *

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

En desacuerdo

Totalmente en desacuerdo

6. ¿Considera que la radiación en Bogotá permite la suficiente generación de energía para suplir las necesidades en cuanto a consumo de energía en horas del día? *

Totalmente de acuerdo
De acuerdo
En desacuerdo
Totalmente en desacuerdo

7. ¿considera necesario la instalación de pilas para almacenar la energía no utilizada? *

Totalmente de acuerdo
De acuerdo
En desacuerdo
Totalmente en desacuerdo

8. ¿Considera que los paneles solares tienen una vida útil superior a los 10 años si se les aplica mantenimiento? *

Totalmente de acuerdo
De acuerdo
En desacuerdo
Totalmente en desacuerdo

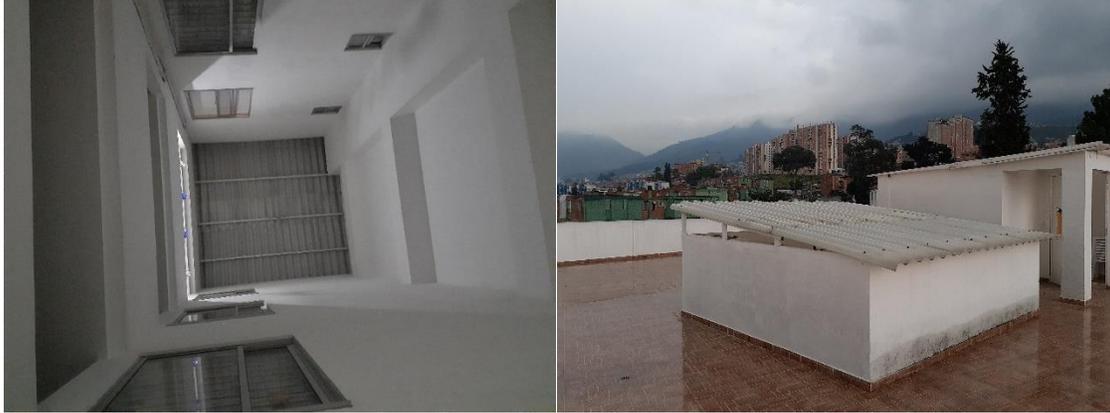
9. ¿Considera que el mantenimiento de los paneles solares es costoso y complicado? *

Totalmente de acuerdo
De acuerdo
En desacuerdo
Totalmente en desacuerdo

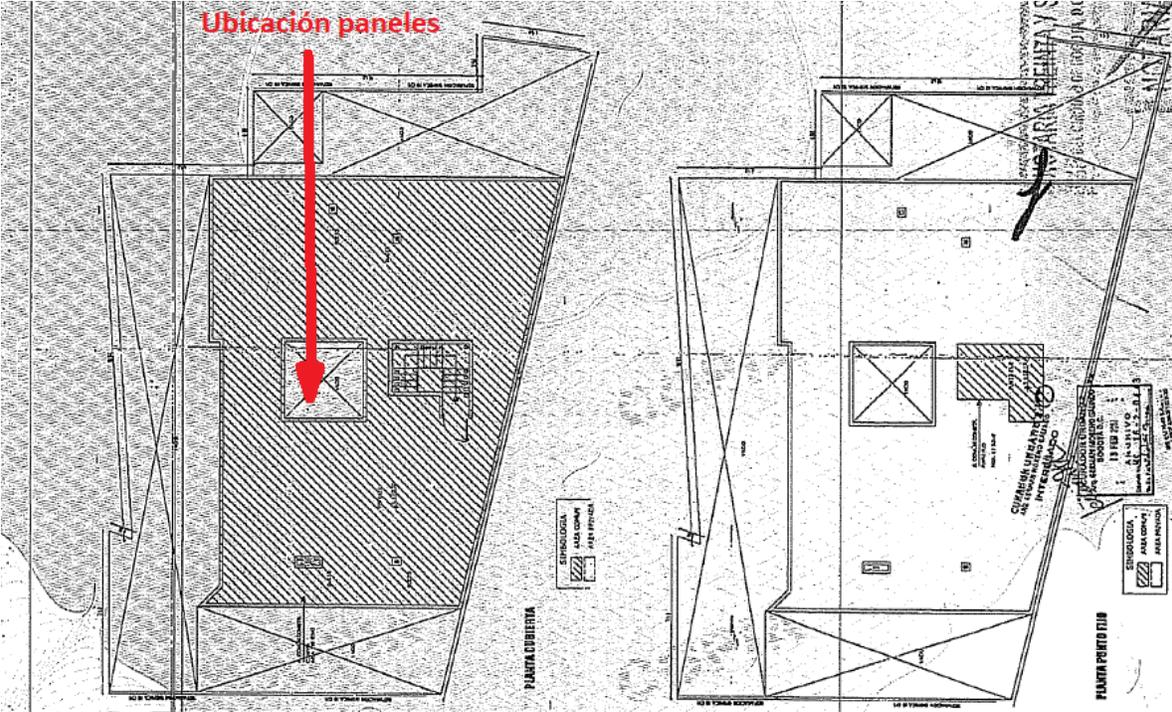
10. ¿La instalación de los paneles representa peligro en cuanto a descargas o posibles explosiones que pueda afectar personas en el entorno donde han sido adecuados? *

Totalmente de acuerdo
De acuerdo
En desacuerdo
Totalmente en desacuerdo

Anexo 2. Imágenes del lugar de ubicación de paneles solares



Anexo 3. Planos de ubicación de paneles solares



Anexo 4. Cotización de paneles solares

KIT DE ENERGÍA SOLAR 100

- 1 Panel solar 100W
- 1 Controlador solar 20A
- 1 Inversor onda pura 300W
- 1 Batería ciclo profundo 55Ah



Usos Promedio:

- 5 Bombillos LED 5W x5 horas
- 1 TV LED de 32" x3 horas
- 1 Radio pequeño x3 horas
- Carga de 2 celulares

 La carga disponible será mayor o menor dependiendo de los hábitos



SOLAR COSTA
SOLUCIÓN EN ENERGÍA RENOVABLE

COMBO DE ENERGÍA SOLAR

* Fácil instalación lo puede hacer usted mismo

INVERSIÓN
\$1.500.000

INCLUYE:

- 1 Panel de 100W
- 1 Inversor de 600W
- 1 Controlador de 25Ah
- 1 Batería de ciclo profundo de 100Ah

PARA UN USO PROMEDIO:

- 5 bombillos de 7w x 5 horas
- 1 Tv Led de 32" x 3 horas
- 1 Pc portátil x 3 horas
- 1 Radio pequeño x 3 horas
- Carga de 2 celulares

 La duración de la carga depende del uso de los electrodomésticos, puede ser mayor o menor



Cels.: 314 507 0977 • 301 322 8494

COTIZACIÓN:		FECHA:			
		18/11/2019			
ECOSOLAR ENERGY SAS PARQUE INDUSTRIAL DEL SOL, LOCAL 4 - KM 7 VIA GAIRA SANTA MARTA		CLIENTE:			
		Nombres	David		
		Apellidos	García Rojas		
		Telefono	3152230140		
VENDEDOR		Ciudad			
Nombres	Lauren Margarita	Direccion			
Apellidos	Gonzalez	E-mail	davidgar85@gmail.com		
Venta	Panel Solar				
Observaciones:					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
1	Modulo Fotovoltaico Policristalino 200W	2	Und	\$ 672.778	\$ 1.345.555
2	Controlador de Carga PWM 30A 12/24V	1	Und	\$ 183.304	\$ 183.304
3	Bateria Sellada 200AH 12V	1	Und	\$ 1.372.800	\$ 1.372.800
4	Inversor Onda Modificada 450W 12V	1	Und	\$ 141.244	\$ 141.244
5	Par conector MC4	1	Und	\$ 14.080	\$ 14.080
6	Par conector MC4 Y	1	Und	\$ 79.200	\$ 79.200
7	Cable Encauchetado 2x10	20	Mtrs	\$ 8.800	\$ 176.000
8	Cable Vehicular #8	6	Mtrs	\$ 5.632	\$ 33.792
9	Conector Ojo cobre #8	6	Und	\$ 1.408	\$ 8.448

Vita

García Rojas. David, nació en Bogotá distrito Capital el 18 de febrero de 1985, hijo de Alba Rojas y José Ulises García, ingresó a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia en el año 2015, al programa Administración de Empresas y posteriormente a la especialización Gestión de Proyectos.