

**ANÁLISIS PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO PARA EL USO DE ENERGÍA
SOLAR EN EL EDIFICIO PALMERAS DEL CENTRO VACACIONAL CAFAM
MELGAR**

MARIA PAULA RINCÓN PÁRRAGA

JONATHAN ALBERTO TORRES RODRIGUEZ

UNIVERSIDAD ESCUELA ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS -EAN-

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTÁ D.C., NOVIEMBRE 15 DE 2.020

CONTENIDO

1. RESUMEN.....	6
2. INTRODUCCIÓN.....	7
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	8
3.1 Antecedentes del problema.....	8
3.2 Descripción del problema.....	8
3.3 Objetivos de la investigación.....	9
3.3.1 Objetivo general.....	9
3.3.2 Objetivos específicos.....	9
4. JUSTIFICACIÓN.....	10
5. MARCO REFERENCIAL.....	13
5.1 Marco Conceptual.....	13
5.1.1 Gestión de proyecto.....	13
5.2 Marco Teórico.....	14
5.2.1 Nuevas alternativas de energía.....	14
5.2.2 Energías Renovables.....	15
5.2.3 Energía Solar.....	16
5.2.3.1 Energía Solar en Colombia.....	18
5.2.3.2 Energía solar en Melgar, Tolima.....	19
5.3 Marco Institucional	20
5.3.1 Cafam.....	20
5.4 Marco legal.....	20
6. METODOLOGÍA.....	23
6.1. Enfoque, diseño de la investigación, tipo de estudio.....	23
6.2 Variables.....	23
6.3 Definición Conceptual.....	23
6.4 Definición Operacional.....	24
7. ANALISIS DE RESULTADOS.....	26
7.1 Estudio técnico.....	26
7.1.1 Delimitar el área de estudio del proyecto y sus características.....	26
7.1.2 Diagnóstico de las redes eléctricas del Edificio Palmeras.....	30

7.1.3	Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.....	34
7.2	Estudio Financiero.....	36
7.2.1	Calculo del flujo de caja del proyecto y metodología de evaluación para la inversión.....	36
7.3	Estudio Legal.....	37
7.3.1	Análisis de las obligaciones tributarias y sus beneficios.....	37
8.	CONCLUSIONES Y DISCUSION.....	39
9.	REFERENCIAS.....	41

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de radiación solar.....	11
Figura 2. Marco lógico y ciclo de vida del proyecto.....	14
Figura 3. Energía Solar mediante paneles solares interconectada a la red eléctrica.....	18
Figura 4. Tipos de Energía en Colombia.....	18
Figura 5. Mapa político Melgar, Tolima.....	19
Figura 6. Irradiación solar media diaria departamento Tolima.....	26
Figura 7. Tabla Climática Melgar, Tolima.....	27
Figura 8. Cantidad de luminarias Primer piso.....	30
Figura 9. Cantidad de luminarias Segundo piso.....	31
Figura 10. Cantidad de luminarias Tercer piso.....	31
Figura 11. Diagrama Unifilar Edificio Palmeras.....	32
Figura 12. Distribución del brillo solar medio diario departamento del Tolima.....	34
Figura 13. Dimensiones Panel Solar.....	35

Lista de Imágenes

Imagen 1. Fotografía aérea Edificio Palmeras.....	28
Imagen 2. Fotografía aérea Edificio Palmeras.....	28
Imágenes 3, 4, 5 y 6. Cubierta Edificio Palmeras.....	29
Imagen 7. Estructura interna del Edificio Palmeras.....	29
Imagen 8. Luminarias del Edificio Palmeras.....	30

Lista de Tablas

Tabla 1. Legislación Energía solar en Colombia.....	20
Tabla 2. Consumos de energía C.V Melgar Edificio Palmeras 2018 – 2019 - 2020.....	32
Tabla 3. Consumo en luminarias Edificio Palmeras.....	33
Tabla 4. Cálculo de paneles solares.....	35
Tabla 5. Inversión inicial.....	36

1. RESUMEN

El análisis de prefactibilidad que se realizó en el siguiente documento tenía como fin establecer si era viable la implementación de la energía solar en el Edificio Palmeras del Centro Vacacional Cafam Melgar. Al realizar un análisis de los diferentes tipos de energías limpias se eligió la energía solar por medio de paneles solares fotovoltaicos, ya que por medio de este tipo de energía se busca generar un beneficio tanto para los usuarios del centro vacacional como para la organización.

Adicional con la energía solar se busca contribuir al medio y estar alineados con los proyectos que se adelantan para el desarrollo sostenible, no solo a nivel nacional sino mundialmente mediante la utilización de energías limpias.

A través de este estudio se evidenció el actual estado de las redes eléctricas del Edificio Palmeras y el impacto que tendría la energía solar como una fuente complementaria para los costos de la organización. Así mismo, las ventajas de este tipo de energía desde su inversión hasta el mantenimiento comparado con la energía convencional.

La metodología utilizada tuvo un enfoque cuantitativo y se basó fundamentalmente en la observación, entre los hallazgos encontrados se pudo determinar la importancia del proyecto a nivel ambiental y los beneficios que tendría la empresa desde el análisis financiero de la inversión incluyendo el estudio legal, que actualmente cuenta con unos beneficios tributarios según la Ley 1715 del 2014.

Palabras clave: Prefactibilidad, desarrollo sostenible, energías renovables, energías no renovables, energía solar, energía solar fotovoltaica.

2. INTRODUCCIÓN

Esta investigación se realizó con el propósito de dar una alternativa para los problemas presentados con la energía eléctrica del Edificio Palmeras del Centro Vacacional de Melgar, para ello se realizó un estudio de prefactibilidad para la implementación de la energía solar en el Edificio Palmeras.

Una de las soluciones para el problema de electricidad fue el uso de energías limpias. Entre los diferentes tipos de energías se determinó usar la energía solar ya que es un tipo de energía inagotable y debido a la posición geográfica de Colombia y específicamente del departamento del Tolima, municipio Melgar, su conveniencia para realizarlo era positiva, incluyendo la climatología y las condiciones físicas del edificio y su ubicación.

Es de nuestro conocimiento el problema de contaminación actual a nivel mundial y además los problemas de agotamiento y alza en los precios que se están presentando con las energías no renovables, es por esto que se eligió la energía solar como solución a los problemas técnicos que se presenta con la energía eléctrica, adicional a que es una energía que está a disposición para ser usada.

La investigación tuvo un enfoque cualitativo, mediante la observación se analizaron las diferentes variables que darían respuesta al planteamiento del problema. Se determinó que las variables que se utilizarían serían: el estudio técnico donde los resultados encontrados confirman que los factores externos como los climatológicos y geográficos son una ventaja para la realización del proyecto, en cuanto al estudio financiero y legal que se encuentran alineados debido a los beneficios tributarios de la Ley 1715 de 2014 y la inversión inicial del proyecto que afecta la marcha.

En conclusión, se puede decir que el análisis de prefactibilidad del proyecto dio como resultado viabilidad para continuar con la siguiente fase de factibilidad.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

3.3 Antecedentes del problema

De acuerdo con la ONU, respecto al crecimiento de las áreas urbanas y de la población, el consumo de energía ha aumentado exponencialmente, más de 3.500 millones de personas viven en áreas urbanas, esto es aproximadamente la mitad de la población mundial (ONU-Hábitat, Local Governments for Sustainability (ICLEI) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) , 2009), debido a esto la tendencia a nivel mundial está orientada a las nuevas políticas energéticas que enfatizan en el aumento gradual de la energía renovable (Rodríguez, 2018). En la actualidad las energías renovables están en pleno desarrollo, una de ellas es la energía solar, la cual se utiliza a través de paneles de captación y baterías para almacenamiento lo que hace su uso muy costoso y poco eficiente para equipos que requieren de alto voltaje.

Debido a esta razón “Las aplicaciones más difundidas en Colombia son el calentamiento de agua —para uso doméstico, industrial y recreacional (calentamiento de agua para piscinas)— y la generación de electricidad a pequeña escala.” (Rodríguez, 2008). De acuerdo con el Ministerio de Minas y Energía, Colombia genera en este momento menos del 1% de su energía a partir de fuentes renovables no convencionales, con la creación de nuevos proyectos de energías renovables llegará a ser un 12%; en la actualidad aproximadamente el 70% de la energía que se consume en el país es generada por hidroeléctricas y un 12,3% de térmicas que trabajan con Gas Natural (Vita, 2020), con esto el gobierno apunta a disminuir los daños ambientales.

3.2 Descripción del problema

La red eléctrica del municipio Melgar, Tolima, presenta fallas de manera constante lo que ha venido afectando el servicio en el edificio Palmeras del Centro de Vacaciones Cafam, impacto que recae en los usuarios, al no poder hacer uso de las instalaciones, generando pérdidas.

En razón a lo expuesto anteriormente y teniendo en cuenta la importancia de prestar un servicio de calidad dentro de las instalaciones de Cafam Melgar y los beneficios económicos y ambientales de la implementación de este proyecto que traería a la organización, esta

investigación busca responder ¿Es factible realizar el proyecto para el uso de energía solar en el edificio de Palmeras del Centro Vacacional de Cafam Melgar?

3.3 Objetivos de la investigación

3.3.1 Objetivo general

Analizar la prefactibilidad del proyecto para el uso de energía solar, que proporcione el recurso necesario para el funcionamiento de la iluminación en el edificio Palmeras del Centro Vacacional Cafam Melgar.

3.3.2 Objetivos específicos

- Identificar en los referentes teóricos las etapas clave para realizar un estudio de prefactibilidad de un proyecto.
- Elaborar un diagnóstico del funcionamiento de las redes eléctricas del edificio Palmeras.
- Analizar la viabilidad técnica, financiera y legal del proyecto para el uso de energía solar en el Edificio de Palmeras.

4. JUSTIFICACIÓN

Es importante analizar la prefactibilidad de este proyecto ya que al realizar una investigación profunda de las diversas alternativas que se encontrarán y su viabilidad, se podrá determinar el grado de aplicabilidad de cada una de las opciones y su incidencia si son utilizadas en el proyecto (Gómez, Coronel, Martínez y Llorente, 2000, p. 83).

La energía es necesaria para el desarrollo de la humanidad, en todos los campos de su actividad tecnológica. (Roldan, 2008). Para el hombre, desde el principio de su existencia, una de sus necesidades prioritarias ha sido la energía para sobrevivir y avanzar (Fundación Endesa, s.f). A través de los años, la creciente demanda de las necesidades sociales a nivel global, los cambios en los hábitos de vida y los cambios culturales ha traído consigo un crecimiento industrial y como consecuencia un aumento en el consumo de energía.

El uso desmesurado de combustibles fósiles¹ ha ocasionado daños en el ambiente, en razón a esto las energías renovables han adquirido mayor fuerza debido a que no producen gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático, ni emisiones contaminantes (Biokima, 2020).

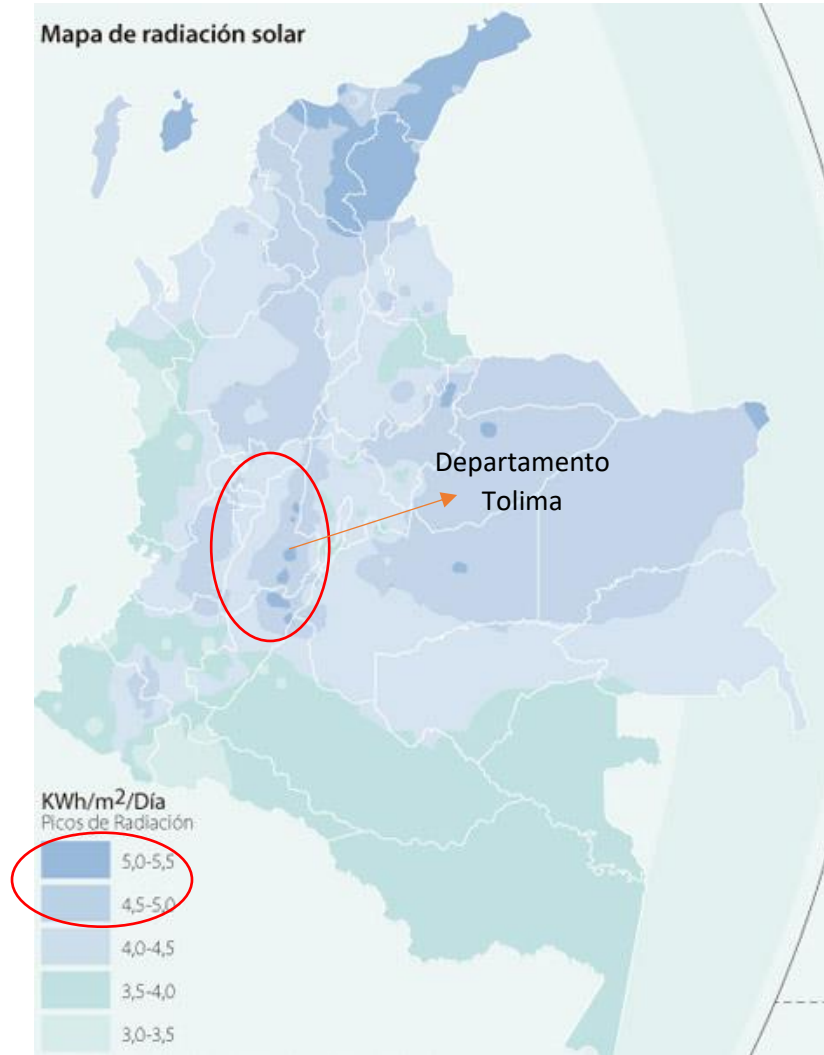
Entre las energías renovables con mayor uso para el tipo de investigación que se está realizando es el uso de energía solar, este tipo de energía cuenta con una serie de beneficios ya que es renovable, inagotable y se puede aprovechar en cualquier parte del planeta. Adicional la implementación de este tipo de energía ha reducido sus costos un 75% (Ministerio de Minas y Energía, 2020).

El potencial del uso de la energía solar en Colombia se ve reflejado principalmente por su ubicación en el trópico y adicional se presentan índices de radiación solar por encima del promedio mundial: el promedio local es de 4,5 horas pico, mientras que en el resto del mundo es de 3,9, de acuerdo con la organización ambientalista Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) (2.016) respecto a la ubicación geográfica del departamento del Tolima, se encuentran los picos más altos de radiación solar, lo que traería un mayor beneficio para la implementación del

¹ Los combustibles fósiles son el petróleo, el carbón y el gas natural. Constituyen un recurso natural no renovable (Construmatica, s.f).

proyecto. Por otra parte, los beneficios tributarios establecidos bajo la ley 1715 de 2014 para quienes hacen este tipo de desarrollos son de gran beneficio para la empresa.

Figura 1. **Mapa de radiación solar**



Fuente. Picos de radiación solar en Colombia.
Ideam/LG/Panasonic/WWF/Minminas/Serviparamo/Celsia (s.f)

En la figura 1, se puede observar la radiación solar en Colombia, se resalta el departamento de Tolima, ya que ahí está ubicado el municipio de Melgar. Se presentan altos picos de radiación solar que beneficia el proyecto ya que los paneles solares captan la energía de la radiación solar y lo que sustenta el proyecto de prefactibilidad.

Es una propuesta innovadora para el Centro Vacacional Melgar el uso de energías limpias, lo que la hace competitiva y en pro al desarrollo sostenible, proyecto que le permite continuar

contribuyendo en el desarrollo de mejores prácticas en el manejo de Turismo Sostenible de Negocios Verdes. La caja de compensación Familiar Cafam se convirtió en la primera caja en recibir el “Reconocimiento a la excelencia ambiental y empresarial” por el cumplimiento con los parámetros del Plan de Negocios Verdes del Departamento del Tolima 2014 – 2018 (Unipymes, 2019).

La siguiente investigación está vinculada dentro del programa académico cursado, de acuerdo a los lineamientos institucionales. Se enmarca en el campo de investigación emprendimiento y gerencia, el grupo de investigación es dirección y gestión de proyectos y la línea de investigación es gestión de proyectos, estrategia y competitividad.

5. MARCO REFERENCIAL

A continuación, se presenta el marco referencial para analizar la prefactibilidad del proyecto para el uso de energía solar en el Edificio Palmeras del Centro Vacacional Cafam Melgar, dicho marco se desarrolla bajo los siguientes aspectos:

- Marco Conceptual
- Marco Teórico
- Marco Institucional
- Marco Legal

5.1 Marco Conceptual

5.1.1 Gestión de proyecto

La Real Academia de la Lengua Española (RAE), define proyecto como: “Primer esquema o plan de cualquier trabajo que se hace a veces como prueba antes de darle la forma definitiva”.

Cada proyecto está compuesto por las siguientes etapas: Identificación de Problemas, prefactibilidad, factibilidad, diseño, adquisiciones y negociación, implementación (Construcción), operación, monitoreo y evaluación. Los primeros tres pasos completan la etapa de planificación del ciclo de proyectos. Durante la prefactibilidad, se realiza la identificación inicial de la solución. (Corea y Asociados, 2008).

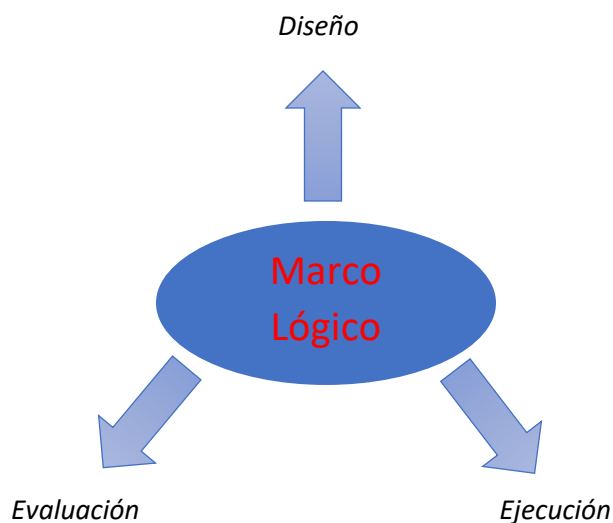
La presente investigación pretende realizar un análisis de prefactibilidad del proyecto, según Bustamante (2018) este estudio es considerado también como una etapa de previabilidad, la cual consiste en realizar un examen de todas aquellas opciones disponibles antes de decidir la estructura a aplicar, con el fin de evitar un proceso altamente costoso y de larga duración.

En este mismo sentido, según la RAE se define la prefactibilidad como: “Supone un análisis preliminar de una idea para determinar si es viable convertirla en un proyecto”.

También nos habla la RAE sobre prefactibilidad que: (...) Al realizar un estudio de prefactibilidad, se toman en cuenta diversas variables y se reflexiona sobre los puntos centrales de la idea.

El enfoque de este estudio será bajo la metodología de marco lógico², como se muestra en la figura 2, donde nos orientaremos por los objetivos establecidos. (Aldunate y Córdoba, 2011)

Figura 2. Marco lógico y ciclo de vida del proyecto



Fuente. Material docente curso del ILPES sobre “Marco Lógico, Seguimiento y Evaluación” (Plinio Montalbán, s.f).

5.2 Marco Teórico

En la siguiente investigación se desarrollarán los conceptos teóricos que permitirán ver la relevancia de este proyecto, se describirán contenidos sobre nuevas alternativas de energía, energías renovables y energía solar.

5.2.1 Nuevas alternativas de energía

Inicialmente se toma el concepto de tecnología alternativa por ser un referente teórico para el proyecto: Es el proceso en el cual el ser humano usa herramientas y máquinas para transformar las cosas (Carrillo, 2014).

Estas tecnologías alternativas se desarrollan estando alineadas a la mejora del ambiente, según el Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental (FCEA) (s.f), las tecnologías

² Marco Lógico es una herramienta analítica, desarrollada en 1979, para la planificación de proyectos orientada mediante objetivos (Montalbán, s.f)

alternativas aprovechan eficientemente los recursos naturales, utilizan materiales de bajo impacto ambiental en su elaboración y usan fuentes limpias, económicas y ecológicas.

A nivel mundial son tecnologías que tienen un acogimiento importante ya que entre sus objetivos más importantes esta la lucha contra la pobreza, desigualdad y garantiza los servicios básicos (agua, energía, ...), o enfrentar el problema de la sostenibilidad y el cambio climático que constituyen una nueva agenda global de desarrollo (Martínez, 2018).

En Colombia, el Ministerio de Minas y Energía (2020) está preparado para incluir nuevas tecnologías y alternativas para modernizar el sistema eléctrico, con el fin de ofrecer un servicio cada vez más eficiente y a mejores precios para los usuarios.

5.2.2 Energías Renovables

La historia muestra la evolución que ha tenido el hombre en el uso de energías:

“El hombre ha utilizado las energías renovables como fuente de energía; no es hasta después de la revolución industrial cuando se inicia la utilización generalizada de los combustibles fósiles. Este último periodo, de unos 200 años, se ha caracterizado por un consumo creciente e intensivo de energía que prácticamente ha acabado con los combustibles fósiles”. (Schallenberg et al., 2008, p.14).

Durante el siglo XX y XXI, el uso de energías no renovables³ ha aumentado proporcionalmente al crecimiento poblacional a nivel mundial, trayendo problemas secundarios como el incremento de la contaminación, el aumento de las desigualdades sociales y el aumento de las diferencias entre los países pobres y ricos (Schallenberg et al., 2008, p.16).

Actualmente dando prioridad a los daños ocasionados al planeta, las energías renovables han cobrado mayor importancia al ser fuentes de energía inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero –causantes del cambio climático- ni emisiones contaminantes.

³ Las energías no renovables son aquellas que existen en la naturaleza en una cantidad limitada. No se renuevan a corto plazo y por eso se agotan cuando se utilizan. La demanda mundial de energía en la actualidad se satisface fundamentalmente con este tipo de fuentes energéticas: el carbón, el petróleo, el gas natural y el uranio. (Schallenberg et al., Energías renovables y eficiencia energética, 2008, p.17).

Además, sus costes evolucionan a la baja de forma sostenida, mientras que la tendencia general de costes de los combustibles fósiles es la opuesta, al margen de su volatilidad coyuntural.

(Acciona, 2015)

Debido a todo esto, la mayoría de países más comprometidos con el desarrollo sostenible han desarrollado diferentes actividades o movimientos que promuevan este tipo de energías. Un último registro fue la Cumbre Mundial del Clima celebrada en diciembre de 2015 en la capital francesa, donde Colombia mostrando un mayor interés y promoviendo a nivel interno compromisos, participó y ahora hace parte del “Acuerdo de Paris”, dicho acuerdo entró en vigor en el 2020, su objetivo global es comprometer a los casi 200 países firmantes, reducir sus emisiones para que el aumento de la temperatura media del planeta al final del presente siglo quede por debajo de los dos grados (Dinero, 2015).

Colombia no es ajena a la discusión sobre el ambiente y por ello se ha planteado el desafío de reducir la emisión de gases efecto invernadero en un 20% en los próximos 15 años, así como reforzar las estrategias para mitigar el impacto de las variaciones climáticas futuras (Santos, 2015).

5.2.3 Energía solar

Entre los diferentes tipos de energías limpias (biomasa, hidráulica, eólica, solar, geotérmica y las energías marinas) que contribuyen al desarrollo industrial y promueven esta iniciativa se encuentra la energía solar⁴. La fuente de energía solar más desarrollada en la actualidad es la energía solar fotovoltaica -se ha posicionado en los últimos 15 años como la energía renovable más utilizada, de acuerdo con la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA, s.f).

La principal ventaja de la energía solar es que no se agota, es una tecnología limpia, es aprovechada por los diversos desarrollos e innovaciones tecnológicas por medio de la construcción de paneles solares o fotovoltaicos (Acciona, s.f).

⁴ La energía solar es la generada directamente por las radiaciones del sol que se convierte en electricidad, por el efecto fotoeléctrico y para su proceso se utilizan unos dispositivos llamados celdas fotovoltaicas que se presentan como semiconductores que son sensibles a la luz solar (ENEL.PE, s. f).

La energía solar siempre ha estado presente, se han ido mejorando las técnicas para aprovecharla. Al principio fueron técnicas para aprovechar la energía solar pasiva⁵. Más adelante se desarrollaron técnicas para aprovechar la energía solar térmica⁶ de los rayos solares. Posteriormente se añadió la energía solar fotovoltaica⁷ para obtener energía eléctrica (Planas, 2015).

La producción de energía eléctrica a partir de la energía solar fotovoltaica, funciona mediante los paneles, que son placas formadas por módulos y estos, a su vez, por células fotovoltaicas. Sus células contienen una o varias láminas de material semiconductor y están recubiertas por vidrios transparentes que dejan pasar la radiación solar. Las células solares fotovoltaicas convencionales se fabrican con silicio, tienen rendimientos entre el 14 y 17%. Para los sistemas de concentración, se usan materiales que forman multiuniones, aumentando el rendimiento entre un 25% y 30% (Twenergy, 2019).

Existen dos tipos de paneles solares: los paneles solares fotovoltaicos, que generan electricidad por reacciones químicas, y los paneles solares térmicos, aquellos que utilizan la energía del sol para calentar agua, y permiten utilizar el agua caliente para la obtención de energía o para su uso doméstico (El Blog Verde y Energías Renovables Info, s.f).

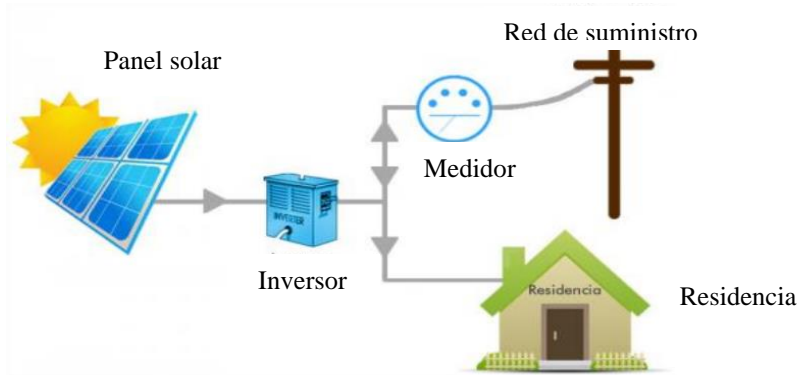
La energía solar mediante los paneles solares fotovoltaicos interconectada a una red eléctrica funciona de la siguiente manera: Las celdas fotovoltaicas convierten la luz solar en electricidad de corriente continua (CC), luego el inversor convierte la CC en electricidad de corriente alterna (CA), para que luego el panel eléctrico envíe energía a sus luminarias y aparatos y finalmente el medidor de electricidad mide la energía que toma y alimenta de nuevo la red (Panelli solari, s.f).

⁵ La energía solar pasiva es un tipo de energía solar en la que no se utiliza ningún tipo de energía externa. El objetivo es aprovechar la luz del sol de forma directa (Planas, 2015).

⁶ La energía solar térmica consiste en la transformación de la energía solar en energía térmica. Se trata de una forma de energía renovable, sostenible y respetuosa con el medio ambiente (Planas, 2015).

⁷ La energía solar fotovoltaica transforma la radiación solar en electricidad. A veces, se la denomina energía fotovoltaica o energía fotoeléctrica (Planas, 2015)

Figura 3. **Energía Solar mediante paneles solares interconectada a la red eléctrica**



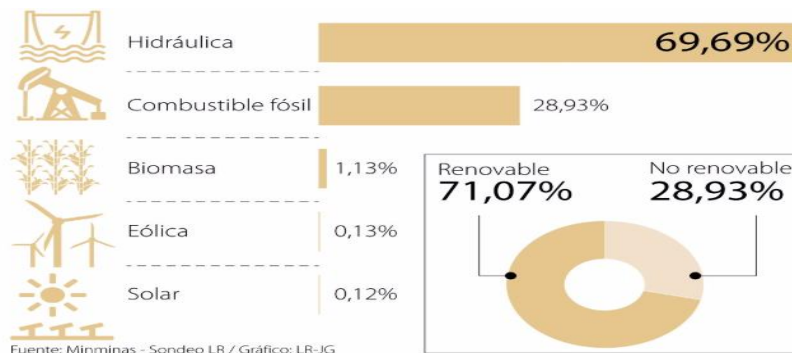
Fuente. ¿Cómo se convierte la energía solar en electricidad mediante paneles solares? Recuperado de <https://ccea.co/blog/energia-solar-fotovoltaica/equipos-que-conforman-un-sistema-interconectado-a-la-red>, (s.f)

5.2.3.1 Energía Solar en Colombia

En Colombia el uso de la energía solar se ha convertido en una alternativa que cada vez tiene más adeptos, sobre todo para generar electricidad. La ubicación geográfica privilegiada para la irradiación energética, el desarrollo de nuevas tecnologías y el auge de nuevos mercados de energías renovables no convencionales (Celsia a, s.f).

La matriz energética colombiana para el 2019 favorece a las energías renovables con una participación en el mercado del 71,07% mientras que las no renovables tienen una participación del 28,93%. Actualmente la más utilizada es la hidráulica con un 69,69% y la solar representa el 0,12%.

Figura 4. **Tipos de Energía en Colombia**

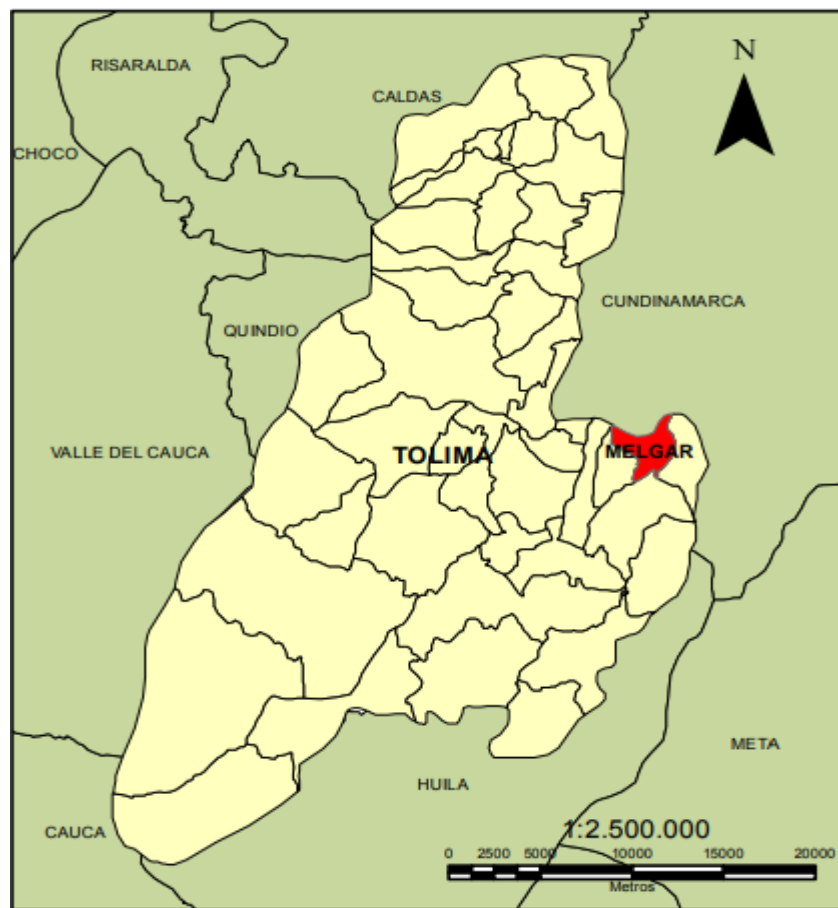


Fuente: Tipos de energía y participación en el mercado colombiano. Recuperado de <https://depisas.com/la-apuesta-por-la-energias-renovables/> (s.f)

5.2.3.2 Energía solar en Melgar, Tolima

Melgar, Tolima epicentro turístico del país que cuenta con 25 mil habitantes distribuidos en territorios rurales y urbanos, ubicados a 91 km de la capital del Tolima, y con temperaturas que pueden ascender a 35° C. afronta una problemática que retrasa el avance en competitividad, debilita la educación y obstaculiza el uso de las tecnologías: el decadente servicio de energía que produce sinsabor entre los ciudadanos al impedir el desarrollo de actividades cotidianas (Giro en U, Periodismo juvenil, UNIMINUTO, 2020)

Figura 5. Mapa político Melgar, Tolima



Fuente: Ubicación geográfica del municipio Melgar. Recuperado de https://melgartolima.micolombiadigital.gov.co/sites/melgartolima/content/files/000332/16555_r2_divisin_politico_administrativa_rural.pdf (s.f)

Estos estudios y publicaciones demuestran la viabilidad del proyecto en el Centro Vacacional Cafam para el Edificio Palmeras.

5.3 Marco Institucional

5.3.1. Cafam

Es una caja de compensación familiar con 64 años de trayectoria en Colombia que ofrece bienestar a los usuarios y a más de 900 mil afiliados con sus familias, a través de un completo portafolio de productos y servicios (Cafam, 2020). Según la ley colombiana, toda empresa debe aportar el 4% del valor de su nómina a las cajas de compensación colombianas.

Cafam cuenta con un centro vacacional ubicado en Melgar, Tolima. La actividad económica más común relacionada con los prestadores de servicio turístico es CIIU 5513 (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Mincit), s.f). Esta corporación cuenta con alojamientos, piscinas, atracciones recreativas y opciones gastronómicas. Adicional es un complejo turístico sostenible es la unidad de Cafam más significativa y comprometida con el medio ambiente y la sostenibilidad. Cuenta con una extensión total de 114 hectáreas en el departamento del Tolima, promueve el ecoturismo, aviturismo y la conservación del ambiente como eje natural que soporta el desarrollo de la región (Cafam, 2020).

5.4 Marco legal

El objetivo del gobierno para el país en términos de energía, es promover el Desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), tales como las solar y la eólica (Silva, s.f).

La normatividad técnica colombiana establecida actualmente para regir los proyectos pertenecientes al sector energético, se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. **Legislación Energía solar en Colombia**

Norma	Finalidad
• Ley 1715 de 2014	• Establecer el marco legal y los instrumentos para el aprovechamiento de las FNCE principalmente las de carácter renovable como la Solar y la Eólica

<ul style="list-style-type: none"> • Ley 1715 de 2015 	<ul style="list-style-type: none"> • Deducción especial en el impuesto sobre la renta
<ul style="list-style-type: none"> • Art. 175 de la Ley 1955 de 2019 del Plan Nacional de Desarrollo 	<ul style="list-style-type: none"> • Se encuentran exentos del Impuesto sobre las Ventas – IVA
<ul style="list-style-type: none"> • NTC – ISO 50001 ICONTEC 	<ul style="list-style-type: none"> • Es la norma técnica en sistemas de Gestión de Energía (SGEn). Esta norma establece los criterios o parámetros necesarios que debe tener todo sistema de Gestión de la energía en una organización
<ul style="list-style-type: none"> • NTC 5899-1 de 2011 Paneles o módulos Fotovoltaicos NTC 5899-1 de 2011 [6] Construcción NTC 5899-2 de 2011 [7] Requisitos de prueba • NTC 2883 de 2006 [8] Paneles de Silicio Cristalino • NTC 6016 de 2013 [12] Regulador de carga • NTC 5759 de 2010 [13] Acondicionadores de potencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Deben cumplir con las especificaciones sobre seguridad en módulos fotovoltaicos. La norma está dividida en dos partes, la primera especifica los requisitos para la construcción y la segunda establece los requisitos para las pruebas. • Establece los requisitos para la calificación del diseño y la aprobación del tipo de módulos fotovoltaico, para aplicación terrestre y para utilización de larga duración en climas moderados al aire libre. • Define los requisitos de comportamiento y rendimiento de los controladores de carga de batería y todas las que apliquen para estos reguladores. • Establece las pautas de medida de rendimiento de estos acondicionadores de potencia usados en los sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica. El rendimiento se obtiene de las medidas

	directas, en fábrica, de la potencia de entrada y de salida.
--	--

Fuente: Legislación ambiental implementación energía renovable. Elaboración propia con base en la información en la publicación del blog de Concentrated Solar Power (CSP), de la Guía de implementación sistemas de gestión energética basado en la ISO 50001 (2012) e ICONTEC, Norma Técnica Colombiana.

6 METODOLOGÍA

6.1 Enfoque, diseño de la investigación, tipo de estudio

El desarrollo del proyecto de investigación, se basa en un estudio de prefactibilidad para el uso de energía solar en el edificio Palmeras del centro Vacacional Cafam. El problema planteado se solucionará mediante el enfoque de investigación cuantitativa, está basa sus estudios en números estadísticos para dar respuesta a unas causas-efectos concretas (Sinnaps, s.f).

El diseño de investigación utilizado es no experimental, es decir, que no se manipularan las variables y se basara fundamentalmente en la observación y la recolección de información. Es transversal, es decir, se recopilarán datos a partir de un momento único (Raffino, 2020).

Para el estudio de las variables se utilizó un tipo descriptivo cuya finalidad es definir, clasificar, catalogar o caracterizar el objeto de estudio (QuestionPro, s.f).

6.2 Variables

Las variables que se identificaron para evaluar la prefactibilidad del proyecto son:

- Estudio técnico
- Estudio financiero de la inversión
- Estudio Legal

6.3 Definición Conceptual

Según Mokate, 2004, pp 34- define las variables planteadas anteriormente como:

- Estudio legal: busca determinar la viabilidad de un proyecto a la luz de las normas, leyes y regulación en cuanto a localización y utilización de productos.
- Estudio técnico: se basa en un análisis de la función de producción que indica cómo combinar los insumos y recursos utilizados por el proyecto para que se cumpla con el objetivo previsto. Adicional definirá las especificaciones técnicas de los insumos necesarios para ejecutar el proyecto.
- Análisis financiero: inicia de manera exploratoria, en un análisis de los aspectos financieros que podrían incidir sobre la misma viabilidad de la iniciativa.

6.4 Definición Operacional

Descripción de la metodología como se medirán las variables:

Variable	Objetivo	Actividad	Instrumento
Estudio Técnico	Delimitar el área de estudio del proyecto y sus características	Radiación solar del departamento y climatología	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte de la radiación solar del departamento • Características climatológicas del municipio
		Características de localización del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Características geográficas donde se implementará el proyecto. • Características físicas del Edificio Palmeras
	Diagnóstico de las redes eléctricas del Edificio Palmeras	Análisis actual de la red eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Precio de energía eléctrica • Demanda de energía eléctrica
	Dimensionamiento del sistema fotovoltaico	Dimensionar el sistema fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> • Horas pico solar y características físicas de los paneles y del área para determinar cantidad de paneles necesarios • Selección de los otros componentes (inversores)
Estudio Financiero	Viabilidad financiera del proyecto mediante la evaluación para la inversión	Análisis financiero de la implementación del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Precios de los componentes establecidos para el sistema.

<p>Estudio Legal</p>	<p>Análisis de las obligaciones tributarias y sus beneficios y normatividad de instalación de paneles</p>	<p>Determinar las leyes adecuadas para llevar a cabo el proyecto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Según la vida útil del equipo y su depreciación • Tiempo de retorno de la inversión • Revisión legislación tributaria que afecta el estudio financiero • Requisitos para implementación de paneles
----------------------	---	--	---

7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Teniendo en cuenta las variables seleccionadas, a continuación, se presentarán los resultados para cada una de estas. Se busca analizar mediante esta investigación la prefactibilidad de usar la energía solar como complemento para proporcionar electricidad a las luminarias del Edificio Palmeras del Centro Vacacional Cafam.

A continuación, los hallazgos encontrados:

7.1 Estudio técnico

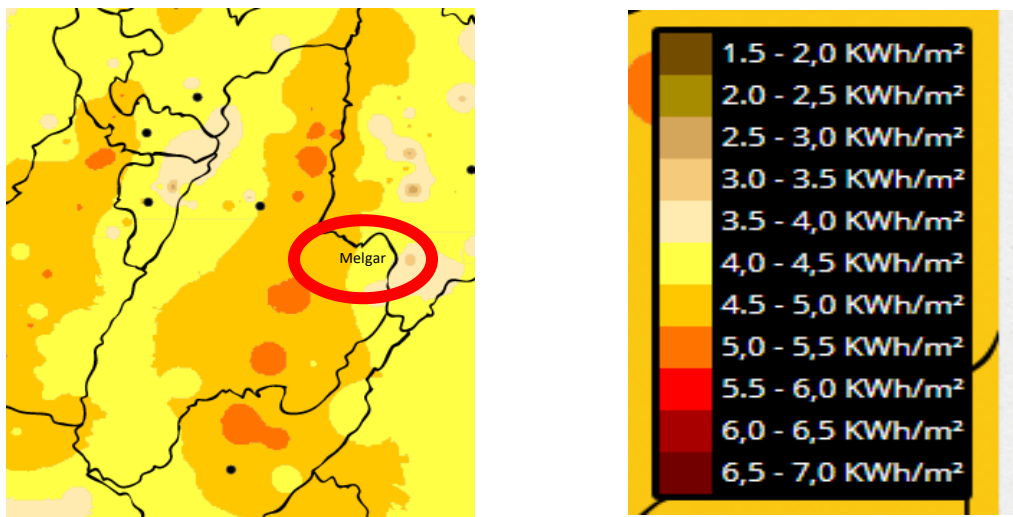
7.1.1 Delimitar el área de estudio del proyecto y sus características

- Radiación solar del departamento y climatología

En primera instancia se realizó un estudio del entorno y las condiciones demográficas que concluya si es viable el objetivo de viabilidad técnica para este proyecto.

El principal factor para la implementación de energía solar mediante paneles solares fotovoltaicos es que la radiación solar sea suficiente para un mayor rendimiento de los paneles, en la figura 6 presenta el Departamento de Tolima y la ubicación del Municipio de Melgar.

Figura 6. Irradiación solar media diaria departamento Tolima



Fuente: Irradiación solar departamento del Tolima. Recuperado de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>, 2020.

La figura anterior nos indica que el municipio de Melgar esta ubicado en un rango de irradiación solar de 4,0 a 5,0 KWh/m², ubicandolo por encima del promedio mundial que esta en 3.9 KWh/m².

Otro factor externo que se analizó fue la condiciones climatologicas, ya que para tener el mejor rendimiento de los paneles solares es aprovechar la mayor cantidad de energia del sol durante las horas del día, para que el consumo sea inmediato (Celsia b, 2018). En la Figura 7, se puede oservar un promedio historico de la temperatura y de las precipitaciones del municipio de Melgar. Esta ubicado a 321 metros sobre el nivel del mar y es un clima tropical.

Figura 7. **Tabla Climatica Melgar, Tolima**

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	27.2	27.5	27.5	27	26.8	26.7	27.2	27.5	27.3	27	26.9	26.8
Temperatura mín. (°C)	21.6	22.3	22.3	22	21.8	21.2	21.2	21.5	21.4	21.7	21.8	21.5
Temperatura máx. (°C)	32.8	32.7	32.7	32	31.9	32.2	33.2	33.6	33.2	32.3	32	32.2
Temperatura media (°F)	81.0	81.5	81.5	80.6	80.2	80.1	81.0	81.5	81.1	80.6	80.4	80.2
Temperatura mín. (°F)	70.9	72.1	72.1	71.6	71.2	70.2	70.2	70.7	70.5	71.1	71.2	70.7
Temperatura máx. (°F)	91.0	90.9	90.9	89.6	89.4	90.0	91.8	92.5	91.8	90.1	89.6	90.0
Precipitación (mm)	68	124	121	191	216	66	57	58	147	230	186	89

Fuente: Datos historicos del tiempo en Melgar, Tolima. Recuperado de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/tolima/melgar-50394/>, 2020.

- Características de localización del proyecto

A continuación, se ubica el edificio Palmeras, donde se realizará el proyecto, como se puede observar es un terreno que se encuentra despejado, no tiene construcciones que den sombra por lo que se aprovechara la luz solar en su totalidad. En la Imagen 1 y 2 muestra donde esta ubicado espacialmente el edificio Palmeras.

Imagen 1. **Fotografía aérea Edificio Palmeras**



Fuente: Fotografía aérea que muestra la ubicación espacial del Edificio Palmeras. Fotografía propia, 2020.

Imagen 2. **Fotografía aérea Edificio Palmeras**



Fuente: Fotografía aérea que muestra la ubicación espacial del Edificio Palmeras. Fotografía propia, 2020.

Las características físicas del edificio Palmeras son: El edificio tiene un área de 1.700m². Cuenta con tres plantas y una cubierta, las cuales son utilizadas para los vestieres de los usuarios del Centro Vacacional Cafam. La instalación de los paneles solares se realizará en la cubierta. En la Imagen 3, 4, 5 y 6 se puede observar la cubierta del Edificio Palmeras.

Imágenes. Cubierta Edificio Palmeras

Imagen 3



Imagen 4



Imagen 5



Imagen 6



Fuente: Cubierta Edificio Palmeras. Fotografías propias, 2020.

Inicialmente para la implementación de paneles solares, el tipo de instalación de energía solar será mediante la instalación conectada a la red (On-Grid), Este tipo de instalación, permite aprovechar la energía de sol durante las horas del día, para un consumo instantáneo de la energía. Es decir, el usuario instala este sistema en sus techos o en su terreno y genera energía en las horas de luz (Celsia c, 2018).

En las Imágenes 7 y 8 se observa la estructura interna del edificio y las luminarias a las que se les proporcionará energía.

Imagen 7. Estructura interna del Edificio Palmeras.



Fuente: Estructura interna del Edificio Palmeras. Fotografía Propia, 2020.

Imagen 8. Luminarias del Edificio Palmeras



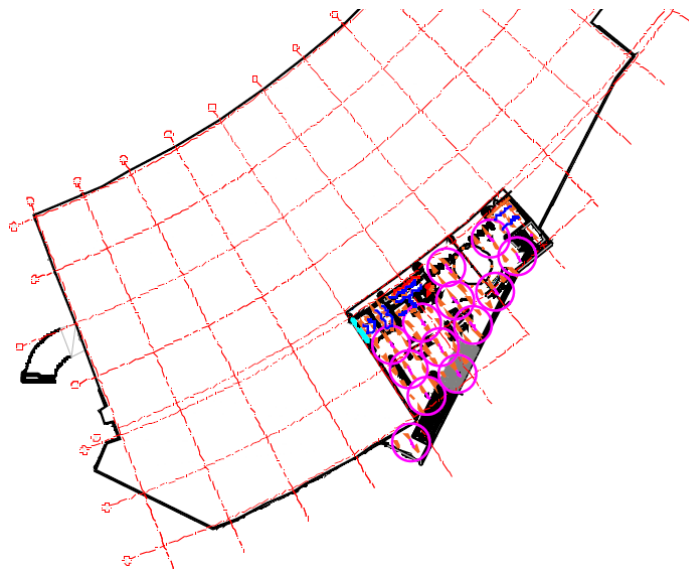
Fuente: Luminarias Edificio Palmeras. Fotografía Propia, 2020.

7.1.2. Diagnóstico de las redes eléctricas del Edificio Palmeras

- Diagnóstico de las redes eléctricas del Edificio Palmeras

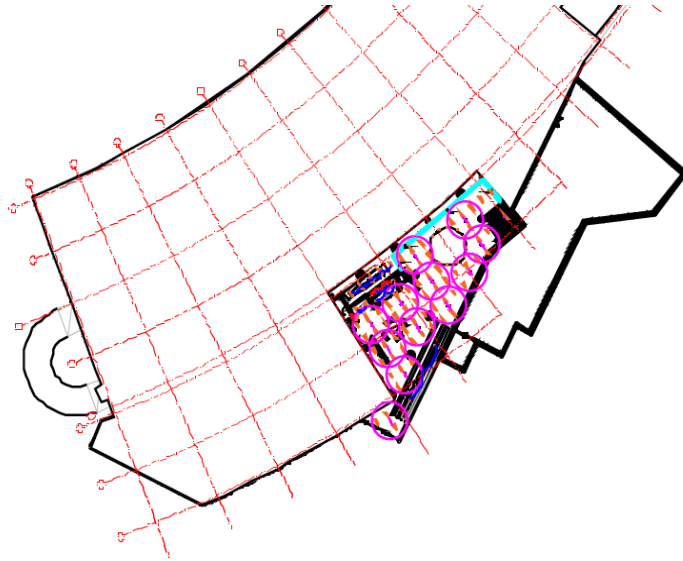
En la Figuras 8, 9 y 10, se presenta el plano de los 3 pisos con la cantidad de luminarias que actualmente tiene el Edificio Palmeras. Para un total de 126 luminarias.

Figura 8. Cantidad de luminarias Primer piso



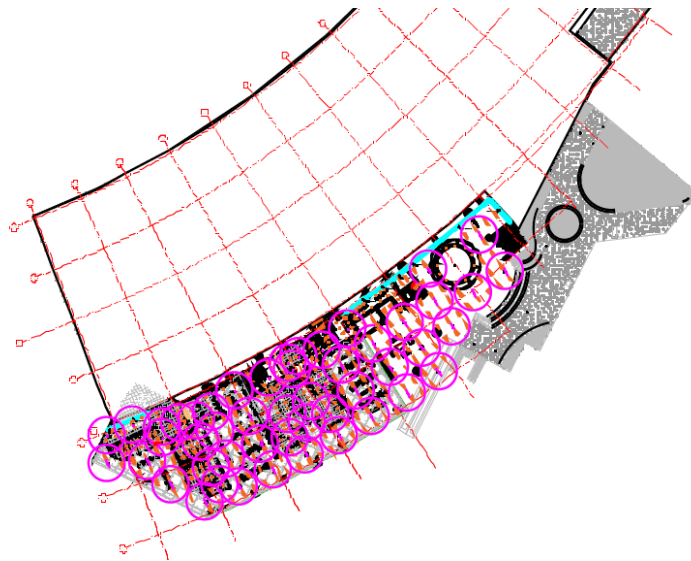
Fuente: Luminarias del Edificio Palmeras. Elaboración Global Group, 2016.

Figura 9. Cantidad de luminarias Segundo piso



Fuente: Luminarias del Edificio Palmeras. Elaboración Global Group, 2016.

Figura 10. Cantidad de luminarias Tercer piso

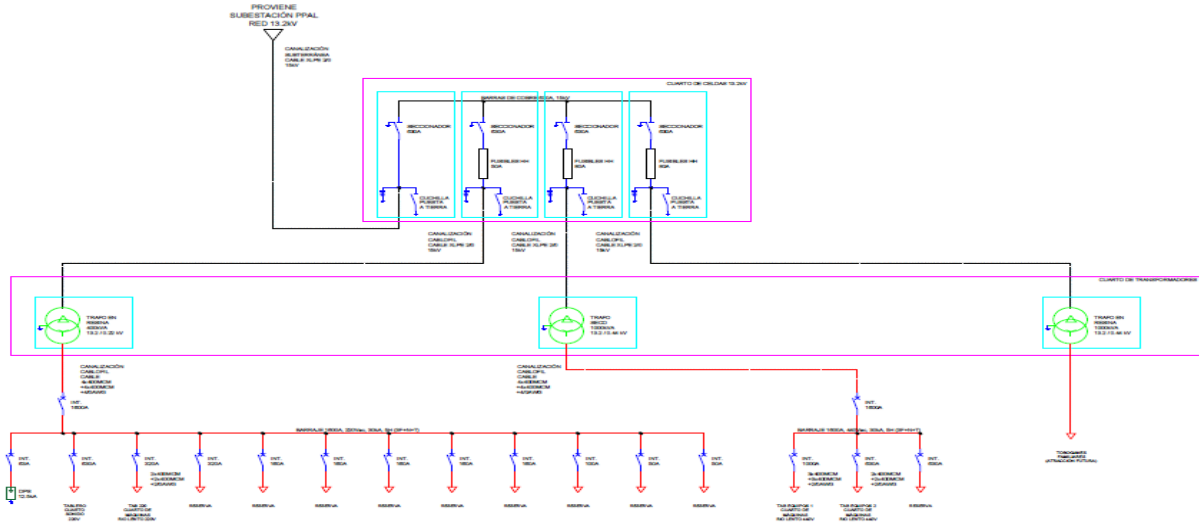


Fuente: Luminarias del Edificio Palmeras. Elaboración Global Group, 2016.

En la figura 11, se presenta el diagrama unifilar⁸ donde se observa como esta actualmente conectada la red eléctrica del Edificio Palmeras.

⁸ Diagrama Unifilar: Los diagramas son muy útiles cuando se trata de interpretar de manera sencilla por donde se conduce y hasta donde llega la electricidad (Potencia eléctrica, 2014)

Figura 11. Diagrama Unifilar Edificio Palmeras



Fuente: Conexión red electrica actual Edificio Palmeras. Elaboración Global Group, 2016.

En la Tabla 2, se encuentran los datos historicos de consumo de energía eléctrica en el Edificio Palmeras (Enero 2018 a Junio 2020).

Tabla 2. Consumos de energía C.V Melgar Edificio Palmeras 2018 - 2019 -2020

Mes	TOTAL Kw/dia	VALOR Kw/h	VALOR TOTAL Kw/mes
ene-18	308	\$ 311,21	\$ 2.872.791,65
feb-18	243	\$ 336,69	\$ 2.451.215,65
mar-18	261	\$ 363,38	\$ 2.847.873,23
abr-18	236	\$ 308,22	\$ 2.186.544,80
may-18	239	\$ 287,76	\$ 2.065.620,13
jun-18	268	\$ 336,40	\$ 2.707.457,34
jul-18	278	\$ 293,45	\$ 2.450.151,74
ago-18	271	\$ 304,38	\$ 2.477.271,20
sep-18	262	\$ 313,58	\$ 2.461.462,96
oct-18	274	\$ 329,79	\$ 2.711.295,47
nov-18	275	\$ 315,58	\$ 2.606.633,49
dic-18	323	\$ 402,75	\$ 3.905.767,44

ene-19	343	\$ 502,82	\$ 5.172.216,10
feb-19	245	\$ 509,67	\$ 3.739.862,44
mar-19	270	\$ 477,41	\$ 3.867.299,43
abr-19	256	\$ 387,86	\$ 2.976.276,14
may-19	298	\$ 382,45	\$ 3.424.110,04
jun-19	300	\$ 354,26	\$ 3.188.158,26
jul-19	364	\$ 362,91	\$ 3.965.082,80
ago-19	319	\$ 374,46	\$ 3.578.999,71
sep-19	301	\$ 451,53	\$ 4.079.799,95
oct-19	337	\$ 472,29	\$ 4.773.985,91
nov-19	323	\$ 431,35	\$ 4.175.072,19
dic-19	367	\$ 461,59	\$ 5.087.521,74
ene-20	367	\$ 397,79	\$ 4.375.526,80
feb-20	291	\$ 399,33	\$ 3.491.739,52
mar-20	221	\$ 430,62	\$ 2.856.062,34
abr-20	118	\$ 456,51	\$ 1.611.823,29
may-20	92	\$ 452,34	\$ 1.243.603,80
jun-20	84	\$ 415,09	\$ 1.047.087,77

Fuente: Datos históricos energía eléctrica Edificio Palmeras. Elaboración propia, 2020

Teniendo en cuenta que este proyecto se esta realizando para proporcionar energía solar interconectada a la red electrica de las luminarias del edificio, en la tabla 3 se muestra el consumo promedio actual.

Tabla 3. Consumo en luminarias Edificio Palmeras

Información	Cantidad	Unidad de medida
Luminarias por planta	126	lámparas
Consumo luminarias/hora	45	Wh
Consumo por planta (126*45)	5.670	Wh
Plantas	3	pisos
Consumo en las tres plantas	17.010	Kwh
Cantidad de horas de iluminación en el edificio	12	h
Cantidad de consumo total (17.010*12)	204.120	Wh
Cantidad de consumo total en Kwh (204.120/1000)	204,12	Kwh

Fuente: Consumo promedio luminarias en Kwh. Elaboración propia, 2020

De acuerdo a los calculos anteriores en la tabla 2 y 3, se puede determinar que el consumo promedio de las luminarias del Edificio Palmeras es de 204.12 Kwh, y el valor promedio por Kwh es de 387.45 para un total promedio mes de \$3.146.610,44.

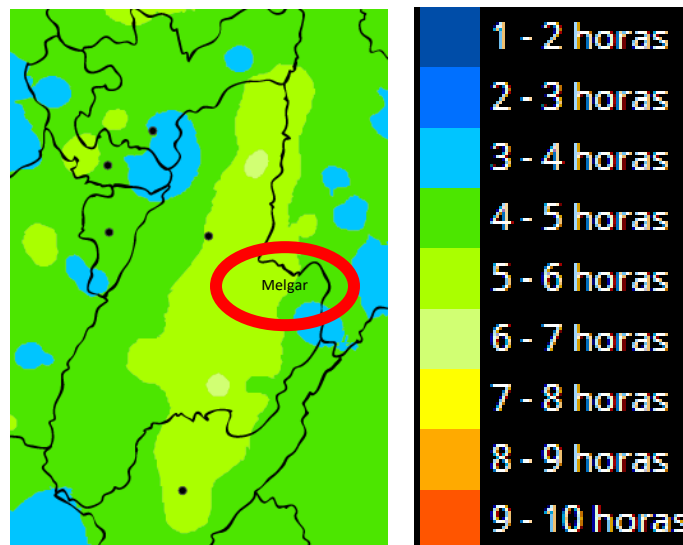
7.1.3. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

- Dimensionar el sistema fotovoltaico

Es importante determinar las horas de pico solar para determinar la cantidad de paneles solares necesarios, adicional para determinar el rendimiento de estos y según el área de la cubierta calcular que potencia se necesita para suplir las necesidades que se tiene para el Edificio Palmeras.

En la Figura12, se señala el departamento de Tolima y para el municipio de Melgar se calcula un promedio de 4 a 6 horas de brillo solar medio diario (Horas de sol al día), con aprovechamiento de todo el día para la luz solar.

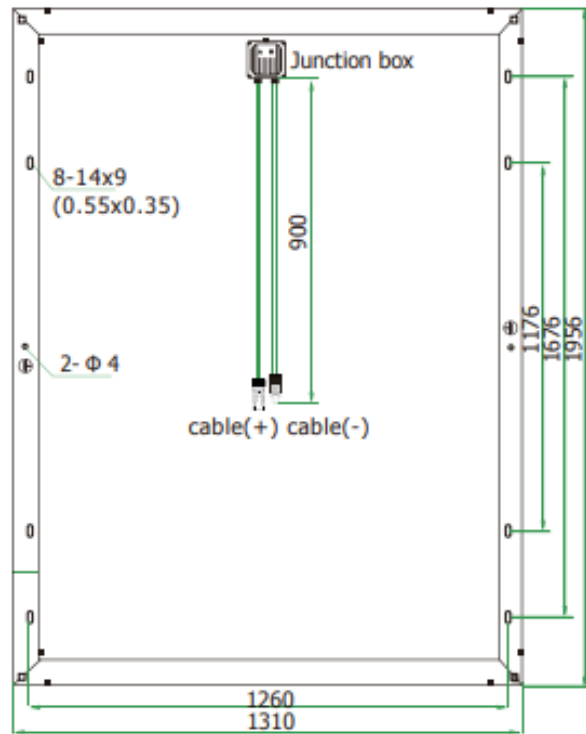
Figura 12. Distribución del brillo solar medio diario departamento del Tolima



Fuente: Horas de sol al día del departamento del Tolima y el municipio de Melgar. Recuperado de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>, 2020

Para esta investigación se van a utilizar paneles solares monocristalinos con 96 celdas y dimensiones de: (L*A*a) 1.31 * 1.96 * 0.045 metros, según la Figura 13.

Figura 13. Dimensiones Panel Solar



Fuente: Dimensiones panel solar monocristalino con 96 celdas. Recuperado de https://es.bluesunpv.com/monocrystalline_c6, s.f.

Entre los hallazgos anteriores, se determino que la cantidad de paneles solares necesarios es de 598 paneles, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Cálculo de paneles solares

Cálculo de paneles solares necesarios			
Ítem	Operación	Cantidad	Unidad
Potencia entregada por panel		48,63	w
Eficiencia del panel		19,51%	
Eficiencia por panel	$48,63w * 19,51\%$	9,49	w
Consumo por luminaria		45	w
Paneles necesarios por luminaria	$45w / 9,49w$	4,74	paneles
Total de luminarias		126	luminarias
Paneles requeridos	$4,74 \text{ paneles} * 126 \text{ luminarias}$	598	paneles

Fuente: Calculo para determinar cantidad de paneles solares. Elaboración propia con base en la información de Bluesun Solar Recuperado de <https://www.todoensolar.com/panel-solar-500w-24v-96-celdas>, s.f.

El área de la cubierta a ocupar es 1.700 metros² y el área ocupada por panel es de 1.31 * 1.96 = 2.56 metros². Si se requiere 598 paneles para ocupar un área total con paneles de 1.530,88 m² para el consumo mínimo (luminarias).

Los otros componentes necesarios para la instalación de paneles solares es el inversor, la aplicación de este será para sistemas fotovoltaicos conectados a la red. Las características de este serán de 250 Kw.

La potencia del inversor es igual a la potencia a instalar 60Kw por los 598 paneles dividido en un 80% de operación es igual a 44.850W.

7.2. Estudio Financiero

7.2.1 Cálculo del flujo de caja del proyecto y metodología de evaluación para la inversión

Una vez realizado el estudio técnico y establecer los requerimientos para la instalación de los paneles solares se presentarán los valores de la inversión.

Tabla 5. Inversión inicial

Inversión inicial paneles solares		
Panel Mono 500 W Monocristalino	125	USD
TRM (Octubre 16 2020)	3846,48	COP
Precio Panel solar	475.000,0	COP
Cantidad de paneles	598	Paneles
Total Inversión paneles solares	284.050.000,00	COP
Precio Inversor	60.000.000,00	COP
Total Inversión paneles e inversor	344.050.000,00	COP
Cableado y herramientas	25.000.000,00	COP
Obras de infraestructura y maquinaria	5.000.000,00	COP
Total inversiones fijas	30.000.000,00	COP
Instalación	150.000.000,00	COP
Capacitación	500.000,00	COP
Total inversiones diferidas	150.500.000,00	COP

Total inversión	524.550.000,00	COP
------------------------	-----------------------	------------

Fuente: Inversión inicial. Elaboración propia con base a la información de Bluesun Solar y Alibaba, s.f.

La meta que tiene este proyecto es cubrir el 80% de la demanda requerida por el Edificio Palmeras, permitiendo ahorrar en la factura de energía eléctrica que ofrece la empresa Celsia, una vez su puesta en marcha el monto anual ahorrado será aproximadamente de \$55.232.642 (datos tomados del año 2019, debido a que por la contingencia los valores de este año no dan un estado real). El punto de equilibrio del proyecto será cuando se recupere el total de la inversión.

Inversión inicial: \$524.550.000

Costo anual del servicio de energía eléctrica (2019): \$55.232.642

El tiempo para recuperar la inversión sería: $(524.550.000/55.232.642) = 1$ año

7.3 Estudio Legal

7.3.1 Análisis de las obligaciones tributarias y sus beneficios y normatividad de instalación de paneles

- Determinar las leyes adecuadas para llevar a cabo el proyecto

Este estudio está ligado al estudio financiero realizado anteriormente, ya que desde el 2014 entro en vigencia la ley 1715 que otorga beneficios a las empresas que implementen energías renovables.

Por lo que nuestro proyecto tiene un costo de \$524.550.000 para ser depreciables en 5 años y por ser acelerada en 10 años, se estima que:

La depreciación 10 años = $524.550.000 / 10 = 52.455.000$

La depreciación 5 años = $524.550.000 / 5 = 104.910.000$

Obteniendo un descuento anual agregado al flujo de caja del proyecto de $(104.910.000 - 52.455.000)/10 * 0.35 = 1.835.925$

Tener en cuenta la Resolución Ministerio de Ambiente 1283 de 8 agosto de 2016 “Por la cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio

ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energías renovables – FNCER y gestión eficiente de la energía (Hernández, 2019)

Entre los otros beneficios se encuentra la deducción especial al impuesto a la renta: Los contribuyentes declarantes del impuesto sobre la renta que desarrollen inversión para la producción y utilización de energía a partir de FNCE o gestión eficiente de energía, tendrá derecho a deducir en un período no mayor a 15 años, contados a partir del año siguiente a aquel en el que se efectúe la inversión, hasta un 50% del valor de la inversión realizada. El valor a deducir anualmente no podrá ser mayor al 50% de la renta líquida del contribuyente (Silva, s.f)

Adicional la exclusión del IVA de los bienes asociados al proyecto y exención del gravamen arancelario (Celsia, s.f).

En Colombia, el Ministerio de Minas y Energía ha establecido unos parámetros para garantizar el desarrollo sostenible de proyectos energéticos. Mediante la Ley 1715 de 2014, artículo 19 especifica que la energía solar se considera como Fuente no convencional de energía renovable (FNCER) y su regulación está bajo la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). Los ministerios de Minas y energía, ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, se encargan de la regulación y normativas técnicas pertinentes para la participación y aprovechamiento del recurso solar.

Se debe tener en cuenta las siguientes normas para la implementación de Paneles o módulos Fotovoltaicos: La norma está dividida en dos partes, una primera que especifica los requisitos para la construcción, es la NTC 5899-1 de 2011 [6] y una segunda parte que establece los requisitos para las pruebas y es la NTC 5899-2 de 2011 [7]. Adicional, teniendo en cuenta lo planteados en el estudio técnico se definieron los Paneles de Silicio Cristalino, los cuales deben cumplir con la norma NTC 2883 de 2006 [8]. Que establece los requisitos para la calificación del diseño y la aprobación del tipo de módulos fotovoltaicos, que pueden ser de Silicio Mono cristalino (Rojas y Hernández, s.f)

Según los hallazgos encontrados se espera una inversión inicial de \$524.550.000, el tiempo de retorno de la inversión es de 1 año y la depreciación acelerada es de \$1.835.925.

8. CONCLUSIONES Y DISCUSION

Durante el desarrollo de esta investigación se abarcaron cada uno de los objetivos planteados para determinar si es viable este proyecto y se pudo concluir que:

- Durante el desarrollo del marco teórico se demostró la importancia de estar enfocados al objetivo mundial que es dar un mayor aprovechamiento a las energías limpias y en el caso de esta investigación la energía solar mediante los paneles solares fotovoltaicos. Es de resaltar que este tipo de energía es inagotable y va de la mano con la administración verde y los objetivos actuales de Cafam. Existen múltiples razones por las cuales elegir la energía solar entre ellas el ahorro de dinero, te ayuda a ser sostenible, los paneles solares son más duraderos (Basta, s.f). la importancia de realizar el análisis de prefactibilidad para dar continuidad a la siguiente fase según las variables determinadas durante el desarrollo de esta investigación.
- En el proceso de análisis y desarrollo de este proyecto buscando dar respuesta al problema planteado se realizaron los estudios más relevantes que demostrarían la viabilidad del proyecto, entre ellos se realizó el estudio de viabilidad técnica en el cual se pudo concluir que climatológica y geográficamente Melgar está bien ubicado y el Centro Vacacional cumple con las condiciones para la instalación y operación de energía solar mediante paneles fotovoltaicos. La principal alternativa para generar electricidad renovable es la energía solar, aprovechando la ubicación geográfica de nuestro país y beneficiarse de la irradiación energética que proporciona este. (Ap Ingeniería, sf).
- Se realizó un diagnóstico de la energía eléctrica del Edificio Palmeras donde se pudo establecer los costos actuales y la demanda actual de consumo de las luminarias, los cuales pueden ser ahorrados un 100% en el caso de la implementación del sistema de energía solar. Con los resultados encontrados, se toma la decisión de analizar el sistema de paneles solares interconectados a la red analizando los beneficios en el caso de éxito de la Facultad de Física de la Universidad Nacional de Bogotá, siendo un proyecto novedoso para Colombia y con resultados positivos (Portafolio, 2007)
- Durante el estudio financiero se puede observar que el proyecto es viable ya que la inversión inicial se recupera en un periodo aproximado de 1 año, a pesar de tener una inversión alta sigue siendo atractivo el proyecto ya que los usuarios no se verían

afectados por los constantes problemas que tienen la electricidad en Melgar y la factura de la energía eléctrica disminuiría.

- En el estudio legal, nos enfocamos en la Ley 1715 de 2014 principalmente en los beneficios tributarios que se ligan al estudio financiero y se determina que el proyecto tiene una gran ventaja ya que se afecta el flujo de caja y los costos directos de operación, el gobierno continúa incentivando a las empresas mediante el Decreto 829 de 2020, donde se facilita el acceso a los incentivos para los proyectos de fuentes no convencionales de energía, haciéndolo más rápido el acceso a este mecanismo (Dinero, 2020). Es importante estar alineados con las normas establecidas por el ICONTEC para la instalación de paneles solares y demás componentes.

Teniendo en cuenta los hallazgos encontrados se determina la viabilidad del proyecto, donde se da paso a la siguiente etapa de Factibilidad, dando por terminada la última etapa de la preinversión, para así identificar la mejor alternativa de solución al problema (Gonzalez, s.f) .

Se recomienda a la empresa analizar la viabilidad para los diferentes edificios del Centro Vacacional ya que permite una reducción de costos y una contribución al medio ambiente. Se logra observar que la inversión inicial se retorna en pocos años y los beneficios tributarios hacen que la empresa pueda llegar a invertir en nuevas atracciones en menor tiempo.

9. REFERENCIAS

- Acciona. (s.f). Energías Renovables. Recuperado de <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>
- Acosta, A (s.f). Tipos de energía y participación en el mercado colombiano. Recuperado de <https://depisas.com/la-apuesta-por-la-energias-renovables/>
- Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA), (s.f). Beneficios de la energía solar. Recuperado de <https://www.seienergy.com.co/beneficios-de-la-energia-solar/#:~:text=Se%20han%20desarrollado%20postes%20de,renovable%20m%C3%A1s%20utilizada%2C%20de%20acuerdo>
- Alcaldía de Melgar, (s.f). División político administrativa rural. Recuperado de https://melgartolima.micolombiadigital.gov.co/sites/melgartolima/content/files/000332/16555_r2_divisin_politico_administrativa_rural.pdf
- Aldunate, E y Córdoba, J (2.011). Formulación de programas con la metodología de marco lógico. Recuperado de https://www.cepal.org/ilpes/publicaciones/xml/0/43220/SM_N68_Formulacion_prog_metodologia_ML.pdf
- AP Ingeniería (s.f). La importancia de la energía solar como energía limpia y renovable en Colombia. Recuperado de <https://www.apingenieria.com/la-importancia-de-la-energia-solar-como-energia-limpia-y-renovable-en-colombia/>
- Basta, John P. (s.f). 5 razones irresistibles para pasarse a la energía solar. Recuperado de <https://www.dexma.com/es/blog-es/5-razones-irresistibles-para-pasarse-a-energia-solar/>
- Biokima, energías renovables. (2.020). La importancia de las energías renovable. Recuperado de <https://biokima.com/tag/energias-renovables/>
- BLUESUN Solar. (s.f) Productos para paneles solares. Recuperado de https://es.bluesunpv.com/monocrystalline_c6
- Cafam. Recuperado de <https://www.cafam.com.co/>
- Cafam recibe el “reconocimiento a la excelencia ambiental y empresarial”. (6 de diciembre de 2019). Unipymes. Recuperado de <https://www.unipymes.com/cafam-recibe-el-reconocimiento-a-la-excelencia-ambiental-y-empresarial/>

- Cartilla Invierta y Gane con Energía (UPME) (s.f). Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014
- Carrillo, K (2.014). La tecnología alternativa. Recuperado de <https://katy2951.wordpress.com/2014/12/31/la-tecnologia-alternativa/>
- Celsia, (s.f). Todo lo que debes saber sobre energía solar en Colombia <https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia/>
- Celsia, (s.f). Normatividad sobre energía solar en Colombia ¿estimula la rentabilidad? Recuperado de <https://blog.celsia.com/new/normatividad-energia-solar-empresas-colombia/>
- Climate- Data org. Clima de Melgar (2020). Recuperado de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/tolima/melgar-50394/>
- ¿Cómo se convierte la energía solar en electricidad mediante paneles solares? (s.f) Recuperado de <https://ccee.co/blog/energia-solar-fotovoltaica/equipos-que-conforman-un-sistema-interconectado-a-la-red>
- Coronel, A., Gómez, J., Llorente, A. y Martínez, L. (2.000). Gestión de proyectos (p.p. 83). España: Editorial Fundación Confemetal.
- Corea y Asociados (Corasco) (2.008). Manual para realizar Estudios de prefactibilidad y factibilidad. Recuperado de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-para-realizar-estudios-de-prefactibilidad-y-factibilidad.pdf>
- Energía solar interconectadas a la red eléctrica (8 de agosto de 2.007). Portafolio. Recuperado de <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/energia-solar-interconectada-red-electrica-373126>
- Esta es la carta de presentación de Colombia en la Cumbre Climática de París. (18 de noviembre de 2.015). Revista Dinero. Recuperado de <https://www.dinero.com/pais/articulo/participacion-colombia-cumbre-climatica-paris/216140>
- Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF) (2.016). El potencial de la energía renovable. Recuperado de <https://www.wwf.org.co/?265310/El-potencial-de-las-energias-renovables>

- Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental (s.f). Tecnologías Alternativas o Ecotecnias. Recuperado de <https://agua.org.mx/>
- Fundación Endesa (s.f) ¿Dónde viven las fuentes de energía? Recuperado de <https://www.fundacionendesa.org/es/endesa-educa-ciclo-inicial/a201907-fuentes-de-energia>.
- Giro en U, Periodismo juvenil, UNIMINUTO (2.020). Malestar en la comunidad melgareense por altos costos en servicio de energía. Recuperado de <https://www.giroenu.com/articulos/reportaje/>
- Global Group Col S.A.S
- Gobierno acelera los beneficios tributarios a energía no convencional (2.020). Revista Dinero. Recuperado de <https://www.dinero.com/economia/articulo/beneficios-tributarios-para-proyectos-de-energia-no-convencionales-en-colombia/289398>
- González Ramírez, Ana Yaneth (s.f). ABC de la viabilidad. Recuperado de https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pblicas/MGA_WEB/1%20ABC%20de%20la%20viabilidad.pdf
- Hernández, J (2.019). Marco Jurídico de las Energías Renovables en Colombia. Recuperado de <https://www.estudiolegalhernandez.com/energia/marco-juridico-de-las-energias-renovables-en-colombia/>
- ICONTEC (2.011), Norma Técnica colombiana NTC 5899-1 calificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (fv). Parte 1: Requisitos de construcción.
- ICONTEC (2.011), Norma Técnica Colombiana NTC 5899-2 calificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (fv). Parte 2: Requisitos para ensayos.
- ICONTEC (2.006), Norma técnica colombiana ntc 2883 módulos fotovoltaicos (fv) de silicio cristalino para aplicación terrestre. calificación del diseño y aprobación de tipo.
- ICONTEC(2.013), Norma Técnica Colombiana NTC 6016 controladores de carga de batería para instalaciones fotovoltaicas. comportamiento y rendimiento
- ICONTEC (s.f), Norma Técnica Colombiana NTC 5759 sistemas fotovoltaicos. acondicionadores de potencia. procedimiento para la medida del rendimiento
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2.020. Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. Recuperado de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2.020. Horas de sol al día de Colombia. Recuperado de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>, 2020
- Investigación cuantitativa. Características del método cuantitativo. (s.f). Sinnaps. Recuperado de <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodo-cuantitativo>
- Malestar en la comunidad melgareense por altos costos en servicio de energía. (12 de marzo de 2.020). Giro en U. Recuperado de <https://www.giroenu.com/2020/03/malestar-en-la-comunidad-melgareense-por-altos-costos-en-servicio-de-energia/>
- Martínez, J (2.018). Fundación Dialnet. Tecnologías alternativas: herramientas para luchar contra la pobreza y por un desarrollo sostenible. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Mincit), (s.f). Recuperado de <https://www.mincit.gov.co/minturismo/analisis-sectorial-y-promocion/registro-nacional-de-turismo/consulte-el-ciiu-correspondiente-a-la-actividad-ma>
- Ministerio de Minas y Energía (Minenergía) (2.020). Colombia seguirá aumentando su capacidad instalada en fuentes no convencionales de energías renovables: Minenergía. Recuperado de <https://www.minenergia.gov.co/historico-de-noticias?idNoticia=24228611>
- Minenergía (2.020). En 2020 energía, equidad y desarrollo: Por primera vez, más de 23.000 familias tendrán luz en sus hogares. Recuperado de <https://www.minenergia.gov.co/web/10180/historico-de-noticias?idNoticia=24175608>
- Mokate, K (1.998). Evaluación de Proyectos. Bogotá, Colombia. Editorial Universidad de los Andes.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2.009). La Energía Urbana Sostenible es el Futuro. Recuperado de <https://www.un.org/es/chronicle/article/la-energia-urbana-sostenible-es-el-futuro>
- Planas, O (2019). Energía Solar, instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica. Recuperado de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/instalacion-conectada->
- Montalbán, P (s.f). Marco Lógico y Ciclo de Vida del Proyecto. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf

- Presidencia de la República. (2.020). Gobierno impulsa nuevas tecnologías y alternativas para modernizar el sistema eléctrico colombiano. Recuperado de <https://id.presidencia.gov.co/>
- Potencia Eléctrica, (s.f). Diagrama unifilar. Recuperado de <https://www.potenciaelectrica.com.mx/www/diagrama-unifilar/>
- ¿Qué es la investigación descriptiva? (s.f). QuestionPro. Recuperado de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-descriptiva/>
- Raffino, M. (2.020). “Investigación no Experimental” Recuperado de <https://concepto.de/investigacion-no-experimental/>
- Real Academia de la Lengua Española (2.020)
- Rodríguez, H (2.008). Desarrollo de la Energía Solar en Colombia y sus perspectivas. Recuperado de <https://docplayer.es/amp/82424-Desarrollo-de-la-energia-solar-en-colombia-y-sus-perspectivas.html>
- Rodríguez, V (2.018). Seguridad Energética Análisis y evaluación del caso de México. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44366/1/S1801208_es.pdf
- Rojas, A y Hernández, O (s.f). Síntesis de la Normatividad Colombiana Para Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Recuperado de http://cici.unillanos.edu.co/media2018/memorias/CICI_2018_paper_12.pdf
- Roldan, J (2.008). Fuentes de Energía. Madrid, España: Paraninfo Cengage Learning
- Schallenberg, J, Piernavieja, G, Hernández, C, Unamunzaga, P, García R, Díaz, M, Cabrera, D, Martel, G, Pardilla, J y Subiela V. (2.008). Energías renovables y eficiencia energética. Recuperado de <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>
- Sistema Fotovoltaico (s.f). Panelli Solari. Recuperado de <https://panellisolarifv.com/sistema-fotovoltaico/>
- Silva Duarte, Luis Ignacio (s.f). La energía solar en Colombia, Legislación. Recuperado de <https://chintpowerlatinoamerica.com/blog/energia-solar/la-energia-solar-en-colombia-legislacion/>
- Tipos de paneles solares (s.f). Recuperado de <https://www.sostenibilidad.com/energias-renovables/tipos-de-paneles-solares/>

- Twenergy (2.019). ¿Cómo funciona la energía solar fotovoltaica? Recuperado de <https://twenergy.com/energia/energia-solar/como-funciona-energia-solar-fotovoltaica/>
- Vita, L (2.020). Para 2022, 12% de toda la energía generada será de fuentes no convencionales. Recuperado de <https://www.larepublica.co/especiales/colombia-potencia-energetica/para-el-ano-2022-el-12-de-la-energia-generada-sera-de-fuentes-no-convencionales-2966295>