



**MODELO FINANCIERO PARA VENTA DE ENERGIA BAJO MODELO
ACUERDO DE COMPRA DE ENERGIA**

Nivel: Prefactibilidad

Jeison Leandro Herrera Diaz

Carlos Mario Mira Mejía

Anteproyecto presentado para optar al título de Especialista en Evaluación Financiera de
Proyectos

Asesor

Guillermo Bustamante

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería

Especialización en Evaluación Financiera de Proyectos

Medellín, Antioquia, Colombia

2023

Cita	(Herrera Diaz & Mira Mejía, 2023)
Referencia	Herrera Diaz J. L., & Mira Mejía, C. M. (2023). <i>MODELO FINANCIERO PARA VENTA DE ENERGIA BAJO MODELO DE ACUERDO DE COMPRA DE ENERGIA. Nivel: Prefactibilidad.</i> [Trabajo de grado especialización].
Estilo APA 7 (2020)	Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Especialización en Evaluación Financiera de Proyectos, Cohorte XII.



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a nuestras familias que con su apoyo permitieron conseguir este gran logro académico, también a la universidad por permitirnos hacer parte de esta comunidad académica tan respetable.

Agradecimientos

Agradecemos a los profesores que desde sus saberes experiencia y empeño se esforzaron notablemente para brindarnos sus excelentes capacidades, a nuestros compañeros por su acompañamiento y amistad incondicional en el proceso. Al profesor y asesor Guillermo Bustamante por su disponibilidad, entrega incondicional y su orientación para concluir con éxito nuestro trabajo de grado.

Tabla de contenido

Dedicatoria	3
Agradecimientos	3
Glosario	8
Resumen	9
Abstract	11
1. Planteamiento del problema	13
2. Justificación	14
3. Objetivos	15
3.1 Objetivo general.....	15
3.2 Objetivos específicos	15
4. Estudio del Entorno	17
4.1 Análisis macroeconómico	17
4.1.1 Indicadores.....	17
4.1.2 Demanda energía eléctrica	20
4.2 Perspectivas económicas.....	20
5. Estudio del Mercado	25
5.1 Bienes o servicios	25
5.2 Características del producto	28
5.2.1 Productos sustitutos.....	29
5.2.2 El cliente	30
5.2.3 Demanda	32
5.3 Oferta	34
6. Estudio técnico y tecnológico	37
6.1 Tamaño del Proyecto.	37
6.2 Localización.....	37
6.2.1 Macro localización.....	37
6.3 Dimensionamiento:	37
6.4 Ingeniería	38
6.4.1 Evaluación técnica	38
6.4.2 Diseños.....	39
6.4.3 Paneles Solares e inversores	40
7. Estudio Regulatorio	43
7.1 Condiciones contractuales.....	46
7.2 Generales:	46
7.3 Obligaciones de las partes:.....	47

8. Estudio Ambiental	49
8.1 Análisis energía solar:	50
8.2 Calentamiento Global	51
8.3 Paisajismo en caso de estudio	51
8.4 Zonas de intervención	52
8.5 Generación de residuos y manejo ambiental.....	52
9. Evaluación financiera	54
9.1 Proyecto:	54
9.2 Inversión	54
9.3 Ingresos	55
9.4 Opex	56
9.5 Depreciación	57
9.6 Deuda	57
9.7 Estado de resultados.....	58
9.8 Fuentes y usos	59
9.9 Caja Final	60
9.10 Balance General	60
9.11 Flujo de caja con y sin financiación.....	61
9.12 TIR y VPN	62
9.13 Payback del proyecto estático	62
10. Análisis de Riesgo	64
10.1 Identificación.	64
10.2 Análisis Cualitativos	64
10.3 Análisis Cuantitativos	66
10.3.1 Gráfico de Telaraña.....	66
10.3.2 Gráfico de tornado	66
10.3.3 Análisis Montecarlo	68
10.4 Plan de respuesta al riesgo	69
10.5 Implementación (ejecución del plan).....	71
10.6 Seguimiento y control	71
11. Conclusiones	73
Referencias	74

Lista de tablas

Tabla 1 Crecimiento de la demanda y contribuciones por áreas.....	22
Tabla 2 Clientes potenciales en Medellín - elaboración propia.....	31
Tabla 3 Demanda de energía según tipo de día. Datos XM	33
Tabla 4 Demanda de energía discriminada por tipo de sector. Datos XM	34
Tabla 5 Comportamiento de la demanda de energía	34
Tabla 6 Fortalezas y debilidades de la competencia (Elaboración propia).....	35
Tabla 7 Parámetros mecánicos ficha técnica Panel Solar	41
Tabla 8 características eléctricas de 5 referencias de panel Solar.....	41
Tabla 9 Ficha técnica de inversores	42
Tabla 10 Dimensión del sistema solar	54
Tabla 11 inversión requerida	55
Tabla 12 proyección de energía kWh*Año del proyecto, precio y cartera.....	56
Tabla 13 Estrategia del riesgo	70
Tabla 14 Controles potenciales de los riesgos	71

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 IPC total- Dane	17
Ilustración 2 IPC de servicio de electricidad- Dane.....	18
Ilustración 3 Tasa de crecimiento del PIB- Dane.....	18
Ilustración 4 Tasa – Banco de la republica.....	19
Ilustración 5 TRM en COP – Banco de la republica.....	19
Ilustración 6 Demanda de energía Eléctrica -UPME	20
Ilustración 7 Proyección promedio mensual diaria de demanda energía eléctrica -UPME	20
Ilustración 8 Proyección anual de demanda energía eléctrica- UPME.....	21
Ilustración 9 Demanda comercial por áreas (Gwh-año) 2019 a 2022 -UPME	21
Ilustración 10 Proyección demanda de energía Eléctrica.....	22
Ilustración 11 Evolución esperada de la capacidad instalada (MW)	23
Ilustración 12 Panel Solar.....	25
Ilustración 13 Inversor	26
Ilustración 14 Estructura para paneles solares.....	27
Ilustración 15 Mapa de radicación en Colombia	29
Ilustración 16 Participación en la matriz energética por tipo de tecnología 2023 (XM)	30
Ilustración 17 Participación en la matriz energética por tipo de tecnología 2050 (XM)	30
Ilustración 18 Crecimiento de construcción	32
Ilustración 19 Demanda y variación con respecto a 2022. Datos de XM	33
Ilustración 20 Proyección de precios de energía (Regulado).....	36
Ilustración 21 Calculo del consumo en el periodo evaluado	39
Ilustración 22 Distribución de los paneles solares.....	40
Ilustración 23 Perdida de la eficiencia de un panel solar	40
Ilustración 24 Muestra de un enfoque de ACV para la evaluación de una SPVS.....	49
Ilustración 25 Muestra de un enfoque de EIA para la evaluación de una SPVS	50
Ilustración 26 Electricidad producida a partir de energía solar fotovoltaica a nivel mundial (TWh) datos AIE:2021	50
Ilustración 27 Potencial de calentamiento global de diferentes SPVS, basado en la generación de energía	51
Ilustración 28 Grafico Tornado VPN.....	67
Ilustración 29 Grafico de Tornado TIR	67

Glosario

CAPEX	Capital Expenditures
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CCPP	Costo de Capital Promedio Ponderado
COP	Pesos Colombianos
DTF	Depósito a Término Fijo
EBITDA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization
Esp.	Especialista
FCAcc	Flujo de Caja del Accionista
FCL	Flujo de Caja Libre
kWh	Unidad de medida de energía eléctrica
IPC	Índice de Precios al Consumidor
Kp	Costo del Patrimonio
kWp	Unidad de potencia eléctrica instalada
PPA	Power Purchase Agreement
EPCISTA	Engineering, Procurement and Construction
OPEX	Operational Expenditures
PIB	Producto Interno Bruto
ROA	Return on Assets
ROE	Return on Equity
SMMLV	Salario Mínimo Mensual Legal Vigente
TIR	Tasa Interna de Retorno
TRM	Tasa Representativa del Mercado
UdeA	Universidad de Antioquia
USD	United States Dollars
VPN	Valor Presente Neto
WACC	Weighted Average Cost of Capital

Resumen

Los mercados cada vez se hacen más dinámicos y el sector energético no se queda al margen de esta situación, es por ello por lo que los usuarios y las empresas que suministran estos servicios buscan nuevas alternativas para atender estas necesidades, el impacto económico que tiene este segmento del mercado en los hogares es significativo, mostrando crecimientos en las tarifas de hasta el 40% en algunas regiones Colombia, teniendo el agravante que es un servicio vital para el desarrollo y operación del país, la industria, los hospitales, el comercio y los hogares, siendo dependientes del suministro de energía para operar su cotidianidad. (XM, 2023)

Colombia es un país rico en recursos hidráulicos y es de este recurso de donde proviene la mayor cantidad de energía eléctrica, situación diferente a otros países que son dependientes de recursos fósiles para atender su demanda lo que sube los costos para la generación de energía, sin embargo en los últimos años se ha visto en Colombia el incremento vertiginoso de las tarifas con un impacto negativo para toda la sociedad.(UPME, 2023)

Por todo lo anterior cada día se hace más importante la implementación de sistemas alternativos de energía y en especial la utilización de sistemas solares fotovoltaicos, este último ganando protagonismo y posicionándose como una alternativa importante para mitigar la problemática de los costos de energía eléctrica, no solo por sus grandes beneficios en la solución energética sino también por otros factores que convierten esta tecnología en un producto atractivo, los beneficios de imagen y marca para el sector industrial y comercial, la reducción en la huella de carbono como energía limpia, los beneficios tributarios por medio de la ley 1715 y los indicadores económicos como el pay-back que pueden estar entre el 2.5 a 5.5 años, son razones que motivan a las comunidades en poner su atención en este activo como posible solución a una problemática que afecta la economía de la industria, el comercio y los hogares.

A pesar de que los costos en los sistemas solares han bajado en los últimos años a

razón de la masificación de esta tecnología, sigue siendo un factor que limita a que los usuarios hagan uso de ella por las altas inversiones, teniendo como antecedente que el gobierno nacional por medio de beneficios tributarios ha incentivado la reducción de los costos en la inversión; los costos dejan de ser una excusa cuando grandes empresas inversionistas le apuestan a este tipo de negocios, asumiendo los costos de los equipos, la ingeniería, instalación, operación y mantenimiento, y brindando a los usuarios contratos de venta de energía a plazos flexibles entre 10 a 20 años, garantizando ahorros importantes en comparación a las tarifas que les ofrece su comercializador de energía, siendo una solución muy oportuna y un beneficio mutuo para el inversionista y el usuario.(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2014)

Abstract

The markets are becoming more and more dynamic and the energy sector is not left behind. It is for this reason that both users and companies in the energy sector, are looking for alternatives to meet their needs.

The economic impact that this market segment has on households is significant, in some regions of Colombia, energy service rates have increased by 40 percent, with the aggravating factor that it is a vital service for the development and operation of the country, industry, hospitals, commerce and homes, which depend on the energy supply for their daily operation. (XM, 2023)

Colombia is a country rich in hydraulic resources and the largest amount of electrical energy comes from that source, unlike other countries that depend on fossil resources to meet their energy demand, which increases the costs for energy generation, however in Colombia, rates have increased dramatically in recent years, with a negative impact on the entire society. (UPME 2023)

Due to this, the implementation of alternative energy systems becomes more important every day, especially the use of photovoltaic systems, which have gained prominence and have positioned themselves as a good alternative to mitigate the problematic of electrical energy costs, this technology has become attractive not only for providing an energy solution but also for other factors such as image and brand benefits for the industrial and commercial sector, reducing the carbon footprint as clean energy, tax benefits given by law 1715 and economic indicators such as pay back that are between 2.5 to 5.5 years, for these reasons, the communities have paid attention to this asset and see it as a possible solution to a problem that affects the economy of industry, commerce and homes.

Although the costs of solar systems have decreased in recent years due to the massive widespread use of this technology, It is still a limiting factor for users because of high investments, therefore, the national government has sought to reduce investment costs through tax benefits, costs are no longer an excuse when large investment companies bet on this type of business, assuming the costs of equipment, engineering, installation, operation and maintenance, offering users energy sales contracts with flexible terms from 10 to 20 years, guaranteeing significant savings compared to the rates offered by the energy marketer, thus

providing a timely and mutually beneficial solution for the investor and the user.
(Administrative Department of Public Service, 2014).

1. Planteamiento del problema

Actualmente se evidencian altos costos de la energía eléctrica en Colombia y el mundo entero, este proceso ha generado un impacto negativo en las comunidades (principales consumidores) y a su vez incrementa el costo de vida, siendo este uno de los indicadores que más afecta el IPC y el poder adquisitivo de las familias; los colombianos están buscando alternativas que les permitan disminuir los costos de energía eléctrica, algunos de ellos refieren la necesidad de mejorar sus hábitos de consumo, indagando por nuevas alternativas para el suministro de energía eléctrica, con acciones como el renovar equipos por unos más eficientes.(DANE, 2023b)

Las energías alternativas y más precisamente la energía solar se ha convertido en una posibilidad importante para reducir los costos de las tarifas, sin embargo, las inversiones requeridas para el desarrollo de este tipo de proyectos son altas, lo que genera barreras significativas para dar viabilidad a estos proyectos. Algunas empresas inversionistas han apostado en ello, brindando contratos de venta de energía donde se encargan de la inversión la operación y el mantenimiento, de esta manera dan una solución ofreciendo una tarifa de energía más económica que la que los usuarios tienen con el comercializador tradicional de energía.(CREG, 2023)

2. Justificación

Se busca establecer un modelo financiero que permita a los usuarios , disponer de una solución energética, ofertando un proyecto integral, llegando a las unidades residenciales, industria y sector comercial, buscando que las comunidades sean participes del proyecto, tanto el constructor, inversionistas, usuario final y quienes estén involucrados en el proceso, que la comunidad en general, puedan convertirse si así lo desea como propietario de una parte del proyecto, realizando inversiones según su capacidad y obteniendo rentabilidad de su inversión en el tiempo, lo anterior por medio de venta de energía de los proyectos solares instalado para las zonas comunes de las unidades residenciales, industrial y sector comercial, lo que beneficia a la reducción de los costos operativos de las instalaciones.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollar un modelo financiero para la venta de energía eléctrica generada por sistemas fotovoltaicos.

3.2 Objetivos específicos

- Obtener información clave sobre el estudio los mercados **y de los entornos** en el que se planea operar el modelo de venta de energía e identificar oportunidades de inversión.
- Realizar un estudio **técnicos y tecnológicos** para evaluar si es factible implementar un proyecto de venta de energía, con los recursos disponibles.
- Analizar los factores **regulatorios y ambientales** que tengas influencia o hagan parte de la venta de energía por sistemas fotovoltaicos.
- Identificar los **riesgos** asociados a la construcción, desarrollo, operación y mantenimiento de un sistema de generación y venta de energía fotovoltaica.

4. Estudio del Entorno

4.1 Análisis macroeconómico

Conocer y poder interpretar los diferentes datos que sirven para medir el estado de la económica de un país, que influyen en las decisiones empresariales y de inversión, así como las decisiones políticas, se analizará los índices de precios al consumidor, producto interno bruto, tipo de interés, tasa representativa del mercado, demanda de la energía eléctrica y precio de la energía eléctrica, que son los indicadores que afecta este sector económico.

4.1.1 Indicadores

IPC

El índice de precio al consumidor (IPC) es un indicador económico sirve para medir los cambios de precios de los bienes y servicios que conforman la canasta y con éste se puede observar la inflación que tiene el país, este indicador afecta directamente a los proyectos en el flujo de caja, si los precios de los recursos y de los servicios aumentan, la empresa aumentara los precios. (DANE, 2023b)

El IPC, con corte a enero del 2023, está en 13,34%, cifra que demuestra el incremento de los precios de la canasta, entre la canasta esta la variación anual del IPC del servicio de electricidad que a marzo del 2023 está en el 19,77%, esta disminución debido a la entrada en operación de hidroItuango a finales del 2022 y el pacto de reducción de tarifa entre el gobierno nacional y las empresas de energía eléctrica.(DANE, 2023b)

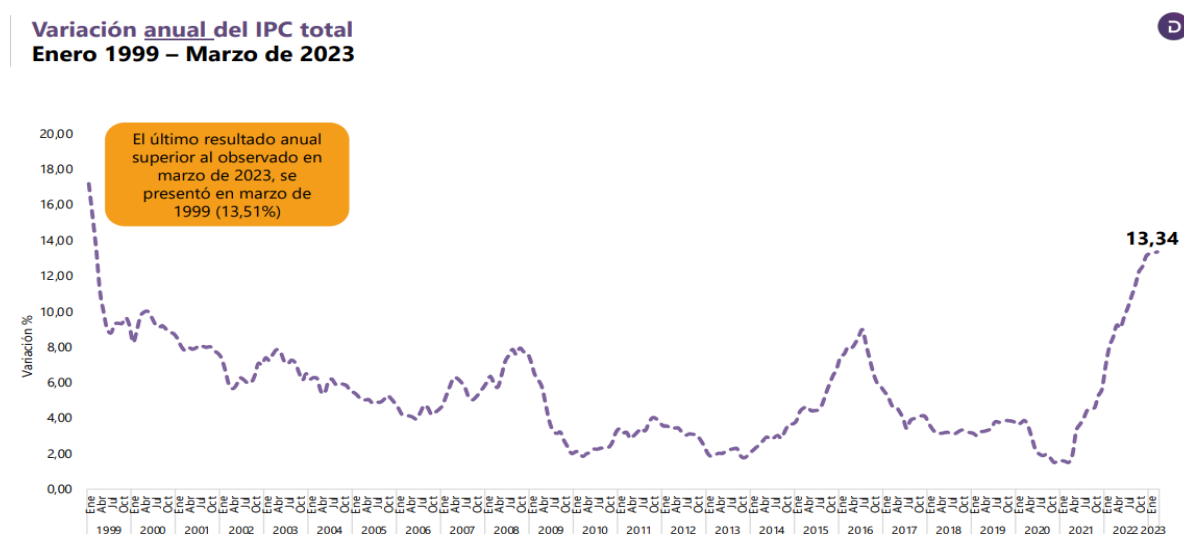


Ilustración 1 IPC total- Dane

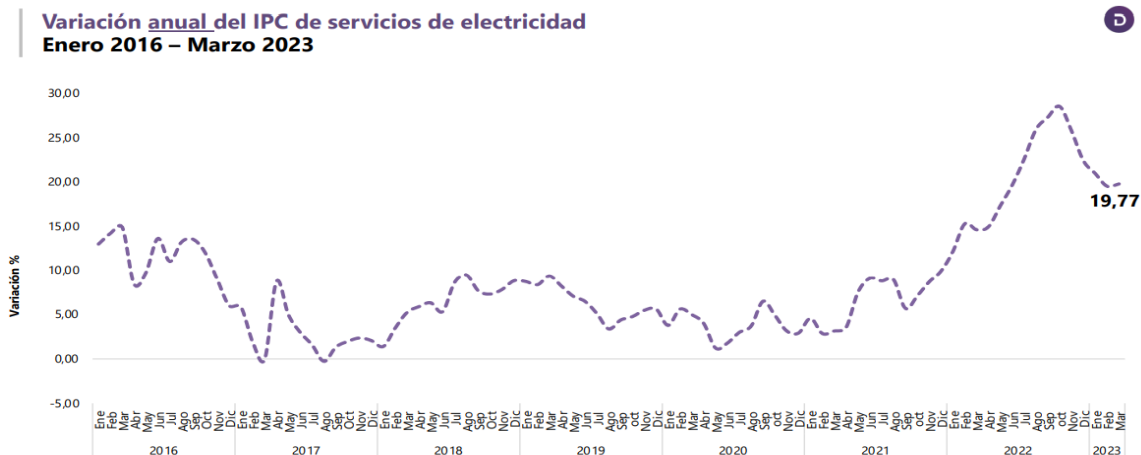


Ilustración 2 IPC de servicio de electricidad- Dane

PIB

El Producto Interno Bruto o Producto Interior Bruto (PIB) es la medida estándar del valor agregado creado mediante la producción de bienes y servicios en un país durante un periodo determinado, este indicador económico nos ayuda a evaluar el crecimiento económico de una población y poderla comparar con otras, en el caso de PIB de Colombia se observa una variación negativa en los meses de pandemia del Covid 19 y luego de un año postpandemia se recupera.(DANE, 2023a)

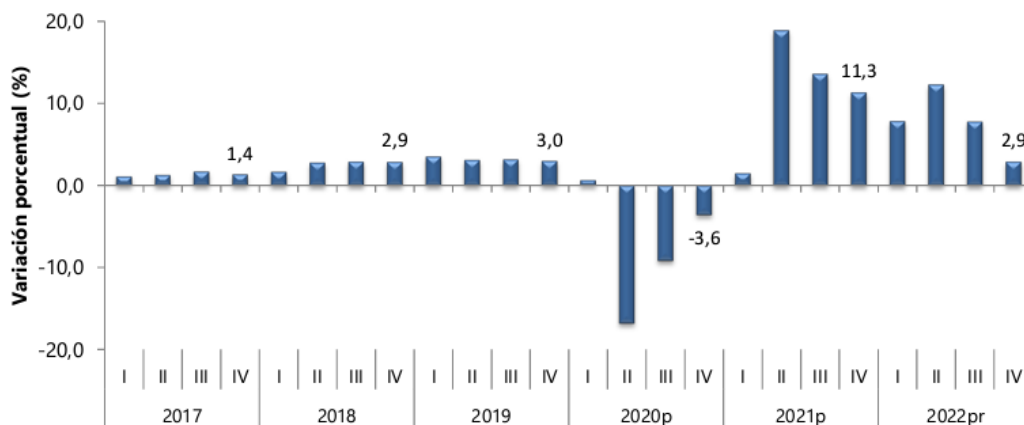


Ilustración 3 Tasa de crecimiento del PIB- Dane

Tipo de interés

La tasa de interés es un indicador económico, donde el banco de la república realiza intervención política monetaria para afectar la cantidad de dinero que circula en la economía, este indicador nos ayuda a valorizar el rendimiento mínimo esperado del inversionista en un proyecto, que para mayo del 2023 este valor es 13,25%, este valor es dependiente a la inflación

ya que con esta el banco de la república ayuda a disminuir el IPC. (Banco de la república Colombia, 2023)

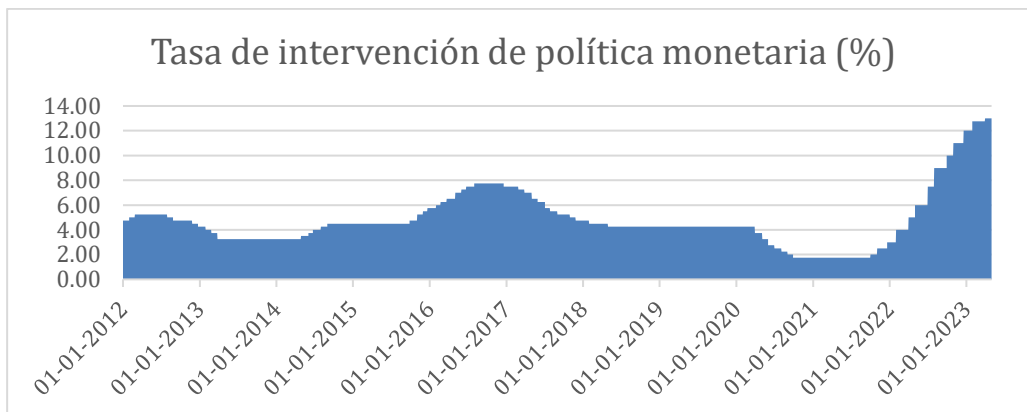


Ilustración 4 Tasa – Banco de la república

TRM

La tasa de cambio representativa del mercado, del peso colombiano con relación al dólar estadounidense, este indicador económico es de vital importancia en la construcción de proyectos de energía voltaica ya que la mayoría de los equipos son importados y esta variación que tenemos en aumento, es proporcional al aumento de la inversión inicial. (Banco de la Republica de Colombia, 2023)

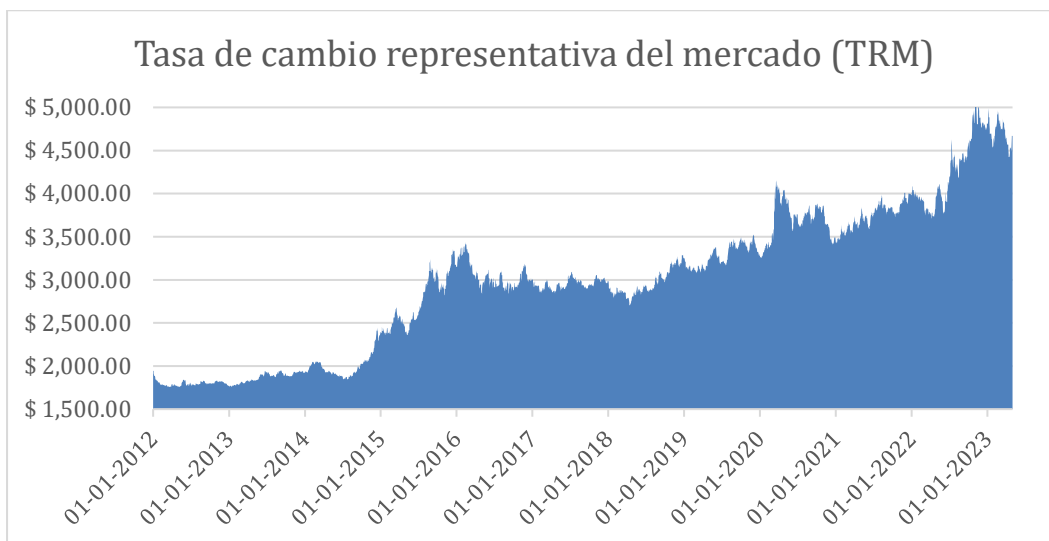


Ilustración 5 TRM en COP – Banco de la república

4.1.2 Demanda energía eléctrica

La demanda de energía eléctrica en el país es un indicador de la necesidad del suministro energía eléctrica, para el 2021 tuvo un crecimiento anual del 5,24% y para el primer trimestre del 2022 tenemos un crecimiento del 4,77% (UPME, 2023)

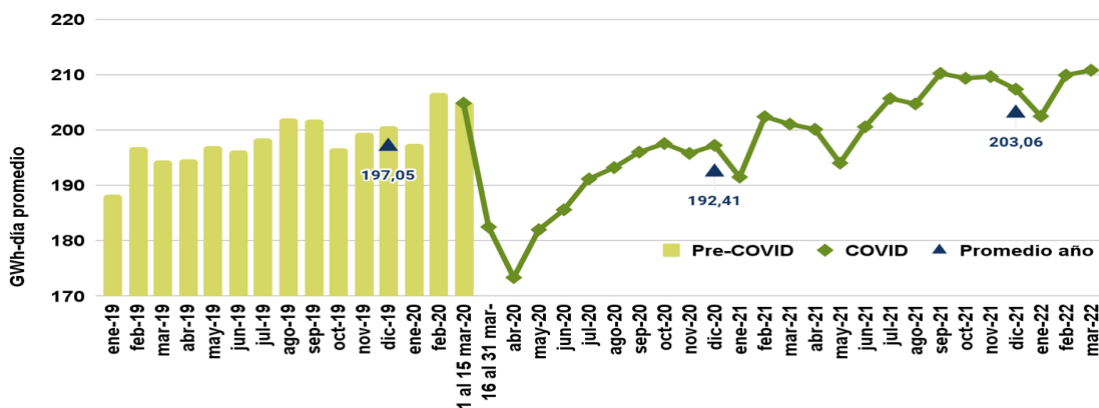


Ilustración 6 Demanda de energía Eléctrica -UPME

4.2 Perspectivas económicas

El UPME realiza una proyección de la demanda de energía eléctrica, teniendo en cuenta el histórico de demanda de energía, PIB, población y la temperatura media áreas geográficas del sistema interconectado nacional. El crecimiento promedio esperado de la demanda para los dos próximos años es de 3,1% (UPME, 2023)

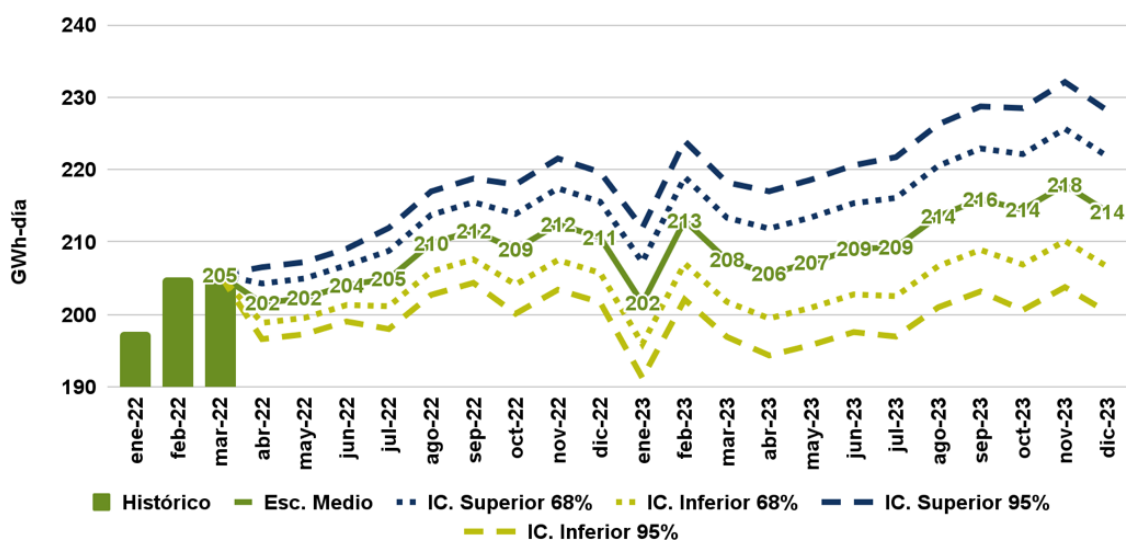


Ilustración 7 Proyección promedio mensual diaria de demanda energía eléctrica -UPME

Los resultados a mediano plazo indican que la demanda de energía eléctrica entre el 2022 a 2036 se espera un crecimiento promedio año a año del 2,22% al 3,33% (UPME, 2023)

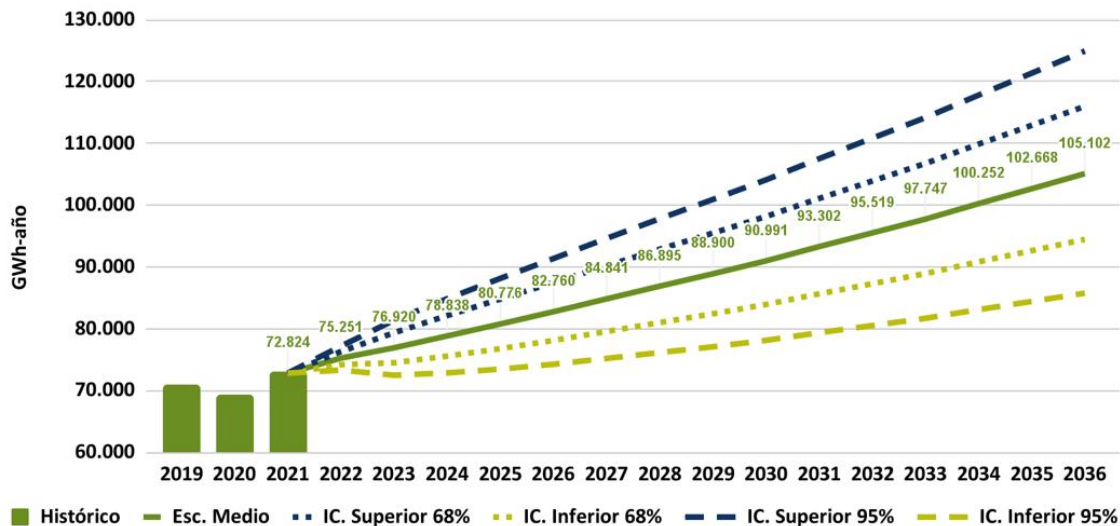
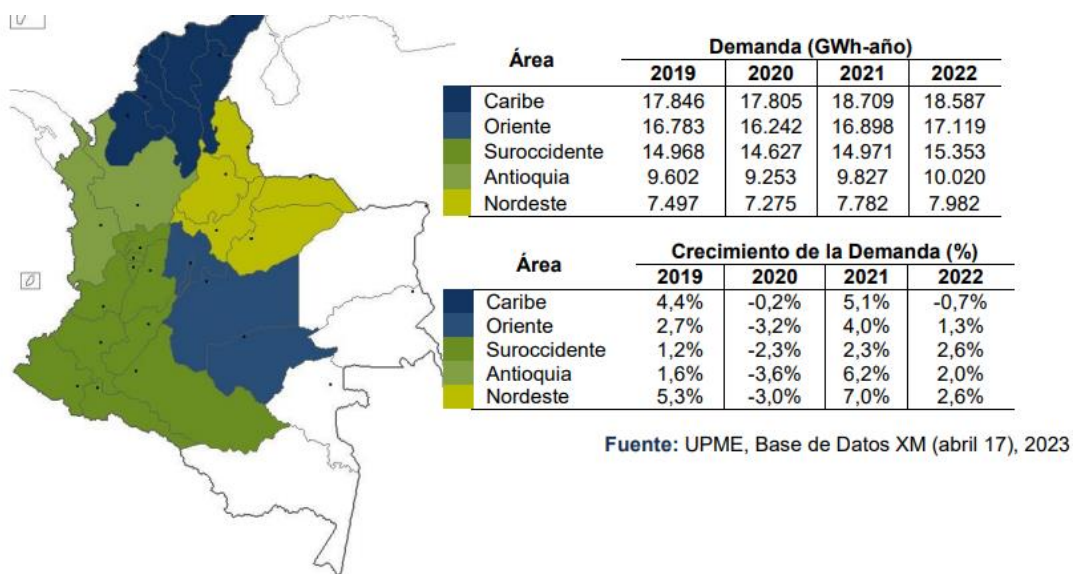


Ilustración 8 Proyección anual de demanda energía eléctrica- UPME

Para el año 2023 la capacidad instalada de generación de energía en el territorio colombiano fue de 18.77 MW (XM, 2023), de la cual solo el 1.48 % corresponde a FRNC, el restante a generación hidráulica con 66.8%, térmica con 30.5 % y el restante con otro tipo de tecnologías. (XM, 2023)

La demanda de energía eléctrica en el país viene presentando recuperación importante luego de verse golpeada de manera significativa durante el tiempo de pandemia, para el año 2022 se presentó un repunte del 5.49 % con respecto al 2020, para el año en curso la demanda promedio se ubica en 210.3 GWh-día. (UPME, 2023)



Fuente: UPME, Base de Datos XM (abril 17), 2023

Ilustración 9 Demanda comercial por áreas (Gwh-año) 2019 a 2022 -UPME

Según la UPME se pronostica un crecimiento en la demanda de energía eléctrica entre 2023 y 2027 de un 1.65% a 2.99% anual, lo que indica que para el año 2035 podría llegar a 102.668 GWh- año, EL gobierno Nacional desde el Plan Energético Nacional 2020 – 2050 y con el afán de atender este crecimiento de la demanda, está proyectando aumentar la capacidad instalada del país en 42.709MW

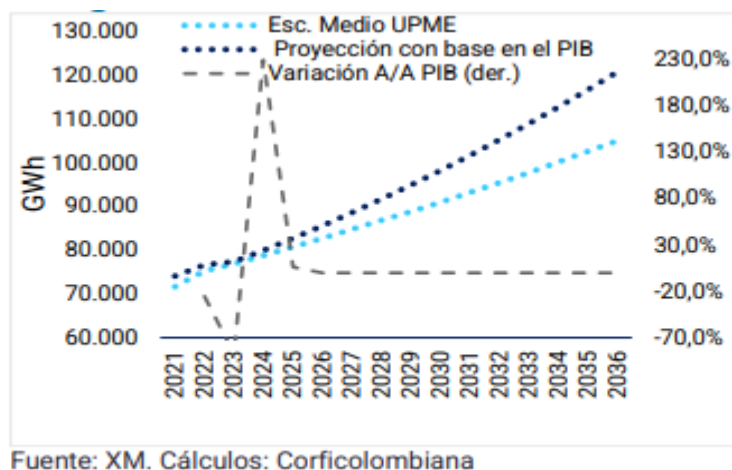


Ilustración 10 Proyección demanda de energía Eléctrica

	Contribuciones al crecimiento					Crecimiento Demanda
	Caribe	Oriente	Suroccidente	Antioquia	Nordeste	
2020Q1	1,37%	0,72%	0,33%	0,43%	0,06%	2,91%
2020Q2	-0,91%	-2,90%	-1,87%	-1,29%	-1,44%	-8,40%
2020Q3	-1,30%	-0,74%	-1,00%	-1,14%	-0,36%	-4,55%
2020Q4	-0,83%	-0,51%	0,67%	0,12%	0,07%	-0,49%
2021Q1	-0,24%	-1,04%	-0,37%	-0,10%	0,17%	-1,57%
2021Q2	1,57%	3,07%	0,98%	1,37%	2,05%	9,04%
2021Q3	1,90%	1,24%	1,13%	1,54%	0,98%	6,79%
2021Q4	2,34%	1,50%	0,26%	0,67%	1,00%	5,78%
2022Q1	1,21%	1,82%	0,38%	0,54%	0,68%	4,62%
2022Q2	0,44%	1,95%	1,76%	0,74%	0,66%	5,55%
2022Q3	-0,47%	1,85%	0,10%	-0,02%	0,76%	2,23%
2022Q4	-1,30%	1,14%	-0,02%	-0,14%	0,10%	-0,21%
2023Q1	-0,17%	1,10%	0,03%	0,02%	0,68%	1,66%

Tabla 1 Crecimiento de la demanda y contribuciones por áreas

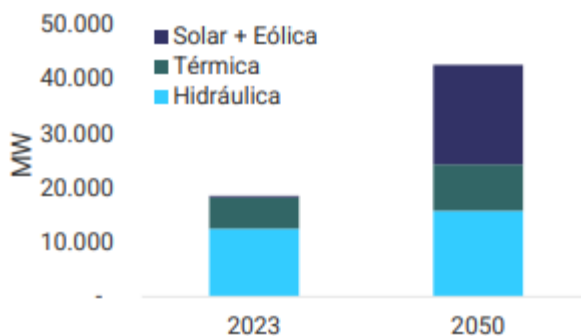


Ilustración 11 Evolución esperada de la capacidad instalada (MW)

Estos indicadores económicos, monetarios y de consumos, le dan la proyección de la necesidad de generación de energía y una oportunidad en ella, al requerirse más energía se debe tener mayor capacidad instalada para cumplir con las necesidades del sector, también se observa con mayor preocupación la pérdida del poder adquisitivo de la población con el aumento de los precios de mercado, y requiere una disminución del costo de la energía consumida por la eficiencia del sistema, y la subida de la pérdida del poder adquisitivo de la moneda colombiana para las adquisición de tecnología para la captación de energía fotovoltaica.

La proyección del crecimiento económico del país está directamente ligado a la producción de energía que respalda los índices de demanda en electricidad, las nuevas tecnologías de movilidad también se convierten en un factor importante para el crecimiento de la demanda de energía, a razón que cada vez más personas, industrias buscan atender sus necesidades de manera sostenible y amigable con el medio ambiente.

Las políticas gubernamentales que incentivan el uso de estas nuevas tecnologías de eficiencia energética y FRNC que promueven la implementación de las mismas, ley como la 1715 incentivan en la renta hasta un 50% de las inversiones, sumado a esto los costos de la electricidad cada vez son más altos lo que obliga a los usuarios a buscar nuevas maneras para dar solución a su necesidad del servicio.(Departamento Administrativo de la Función Pública, 2014)

Desde el marco regulatorio la legislación Colombiana presenta mejores condiciones para la conexión de sistemas solares a la red de distribución, permitiendo además intercambios comerciales con el comercializador de energía, y creando sistemas de distribuidos para que otros se beneficien del uso de las energías limpias.

El desarrollo tecnológico de los equipos principales viene en aumento pasando de un 10% de eficiencia en años pasados, a módulos solares con eficiencias de 21.7% en la actualidad, estos

adelantos permiten a los usuarios a realizar mejores inversiones que producen mejores resultados, la vida útil para los módulos solares pueden extenderse en un rango entre 20 a 30 años convirtiéndose en inversiones con beneficios durante 25 años, es también importante mencionar los costos para adquirirlos que por la masificación de la tecnología permite disponer de un mercado amplio a precios que las personas del común pueden adquirir.

La masificación de las tecnologías en energías solares fotovoltaicas y su amplia oferta, permiten que en Colombia el crecimiento en la demanda para el uso de proyectos de energía solar, los temores asociados a su funcionamiento, costos elevados y mantenimientos se superan día a día con la suma de más implementaciones en las diferentes zonas del territorio nacional.

Los aportes al mejoramiento de las condiciones ambientales, la reducción de la huella de carbono, los incentivos desde los bonos de carbono y el aprovechamiento como imagen y marca son razones para sumar a los beneficios al implementar este tipo de tecnologías.

5. Estudio del Mercado

5.1 Bienes o servicios

La energía solar fotovoltaica hace parte del grupo de FRNC, es un sistema estático que no requiere de sistemas dinámicos para generar energía, debido que hace uso de la radiación solar por medio de celdas semiconductores para la generación de electricidad.

Celdas solares: estas celdas son construidas de diferentes minerales tales como, galio, arseniuro, silicio entre otros; no solo los paneles solares componen el sistema solar, existen otros equipos que en conjunto conforman la integralidad del sistema.(Ineldec, 2023)

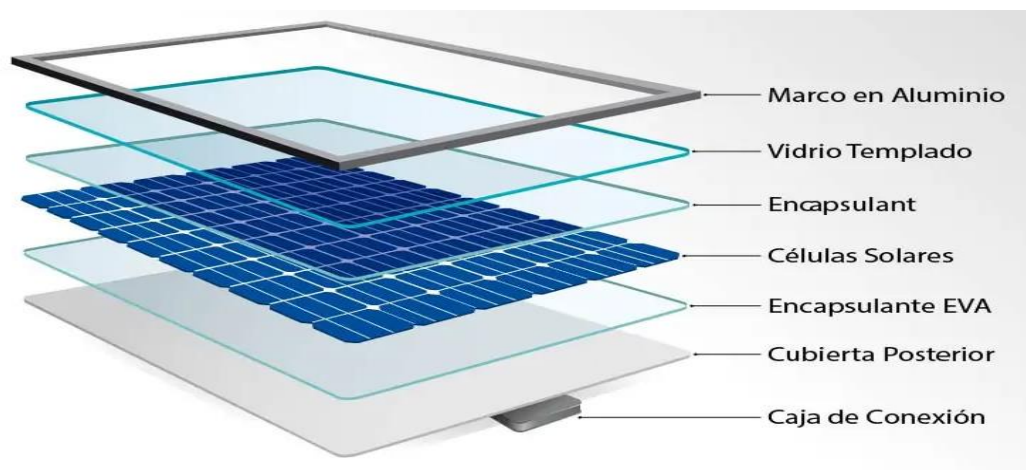


Ilustración 12 Panel Solar

Marco: construido en aluminio anodizado, su funcionalidad consiste en proteger los elementos internos del módulo solar, su composición permite resistir a la corrosión, adicionalmente se convierte en el elemento principal para la sujeción mecánica del panel solar en su instalación. (Ineldec, 2023)

Vidrio templado: este elemento permite darles una protección mecánica a las células fotovoltaicas, permite garantizar una mejor transmitancia y evitar la reflectancia con lo anterior aumentar la eficiencia del modulo solar. (Ineldec, 2023)

Encapsulante EVA: Permite adherir las células solares a la capa superior del vidrio templado, evita la entrada de aire y la formación de humedad, permite que pase la radiación solar y reducir la degradación que se pueda generar por factores externos en el tiempo.(Ineldec, 2023)

Células Solares: Son la parte más importante del módulo solar y su composición principal es el silicio, convirtiendo la radiación solar en electricidad, de la células monocristalinas y las policristalinas, son las primeras las más usadas a razón por presentar mayor eficiencia y respuesta a la temperatura.

Cubierta superior: permite proteger el módulo de radiación UV también proveer de aislamiento eléctrico al sistema, sus características principales son, resistencia a la intemperie, resistencia mecánica y adherencia.

Caja de conexión: es una caja de empalme que resistente a la intemperie, contiene diodos de derivación que controla las corrientes de contraflujo, direccionándola en un solo sentido a la carga.

Inversor solar: Cumple una función determinante, debido a que las celdas solar generan electricidad en corriente continua, el inversor es fundamental para hacer la integridad de esta energía a la red de energía convencional, convirtiendo la corriente de continua a una alterna, la red tradicional para el sistema interconectado colombiano es en corriente alterna con una frecuencia de 60 Hz, es el inversor el encargado de garantizar que estas condiciones se cumplan y puede entregar la energía de los paneles solares de manera confiable y segura. (Autosolar, 2023)



Ilustración 13 Inversor

Para realizar el proceso de convertir la corriente directa a corriente alterna, el inversor tiene dentro de sus componentes transistores, tiristores, bobinas, condensadores; estos son

componentes electrónicos que, bajo diseños de electrónica de potencia, conforman circuitos para convertir la corriente directa a corriente alterna.(Autosolar, 2023)

El panel de control y display de visualización permiten acceder a las variables críticas de operación del inversor, también realizar comandos de encendido y apagado y visualizar las alarmas que se presenten por fallas del sistema.

Las temperaturas de operación del inversor solar a razón de la electrónica de potencia son elevadas, es por esto que dentro de su composición tiene un ventilador para extraer la temperatura generada al interior, con esto no afectar su operatividad.

Los accesos exteriores del inversor, como conectores de corriente alterna, corriente directa, conexión wifi, conector de baterías y tarjeta de comunicaciones, son accesos requeridos para la operación del inversor y permiten la integración con los módulos solares, con la red eléctrica tradicional y además con la red de comunicaciones para la supervisión en línea del sistema solar.

Estructura solar: para poder instalar los paneles en las áreas disponibles, es necesario la estructura solar, son equipos requeridos para soportar los paneles en los techos, terrazas, áreas abiertas y demás zonas que se dispongan para tal fin, esta estructura consiste en rieles de aluminio o algún otro material similar, donde descargan los paneles solares, además de los accesorios para sujetar y alinear.



Ilustración 14 Estructura para paneles solares

Box restante: Los demás equipos de la instalación son elementos típicos de una instalación eléctrica tales como cableado, canalizaciones, soportes, protecciones eléctricas y medidor de energía eléctrica; son elementos complementarios entre las diferentes partes del sistemas solar, son la integralidad de los diferentes subsistemas para garantizar la operación del mismo.

5.2 Características del producto

La energía solar fotovoltaica como fue mencionado con anterioridad hace parte de FRNC, a diferencia de las otras tecnologías su capacidad de generación esta ligada a la radiación solar, lo que indica que los horarios nocturnos dejan de ser productivo y sus niveles de mayor generación se presenta entre las 11:00 am y 2:00 pm, donde típicamente se presentan los mayores niveles de radiación.(appa renovables, 2023)

Uno de los factores determinantes para la instalación de un sistema solar es su ubicación geográfica en el mapa de radiación, lo anterior debido que es el insumo principal para la generación de energía y mientras más radiación se presente los niveles de generación de energía son más altos, como consecuencia un sistemas más eficiente y optimo, este estudio se realizará para Medellín y su área metropolitana y especialmente para un caso de estudio puntual, que es una unidad residencial en la zona sur del valle de aburra, Municipio de Envigado, Antioquia.

Para el valle de aburra los niveles de radiación superan el promedio mundial y se ubica entre 4.5 y 5 kWh/m²/d, lo que representa unas condiciones favorables para el desarrollo de este tipo de proyectos, con niveles de radiación superiores al promedio mundial.

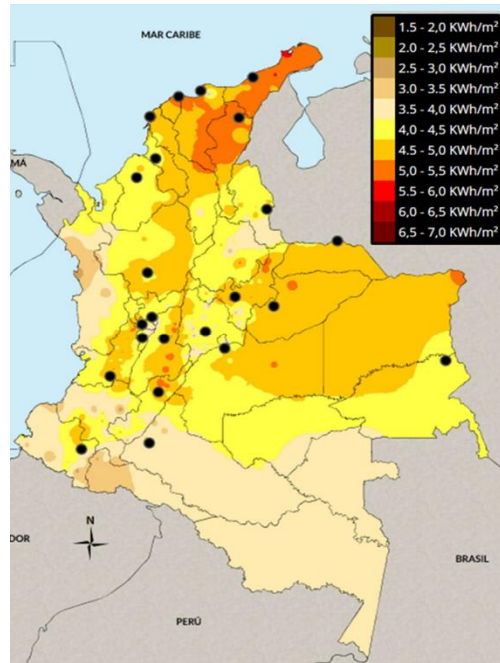


Ilustración 15 Mapa de radiación en Colombia

El producto a vender o comercializar es la energía eléctrica, la cual tiene como unidad de medida el kW/h, la facturación se realiza al final de cada periodo mensual, al igual como se realiza de manera típica con los comercializadores de energía tradicionales.(UPME, 2023)

5.2.1 Productos sustitutos

Actualmente la matriz energética de Colombia es diversa, presenta variedad de posibilidad para que los usuarios dispongan del recurso energético suficientes, siendo la energía hidráulica la de mayor capacidad instalada, sumado a ella otras tecnologías que son completarías, entre ellas las centrales de energía térmica, la cogeneración, energía eólica y solar.(XM, 2023)

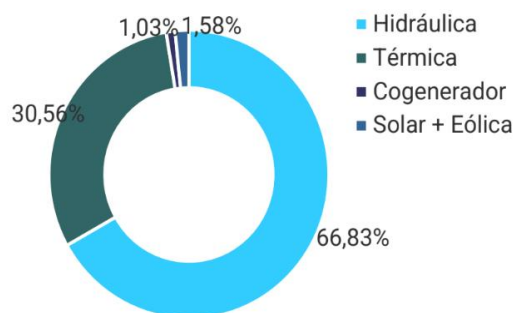


Ilustración 16 Participación en la matriz energética por tipo de tecnología 2023 (XM)

Las FRN de energía se convierten en protagonistas para el Plan Estratégico Energético de Colombia 2020 – 2050, de los 42709 MW se puede encontrar que el 42.3 % corresponderán a FRNC, 37.4 % a Energía Hidráulica y el 19.2% restante a Energía Térmica; Lo que representa un aumento de 23.740 MW con la capacidad instalada en la actualidad. (XM, 2023)

La ubicación geográfica de Colombia la convierte en un país con una gran potencia para la generación y energía solar fotovoltaica, ya que supera el promedio mundial de radiación solar por su ubicación en la zona ecuatorial, con regiones como la guajira, la costa Atlántica, la Orinoquia y región central con radiaciones promedio de 4.5 kWh/m²/d y máximas de 6 kWh/m²/d; que supera el promedio mundial del 3.9 kWh/m²/d.(XM, 2023)

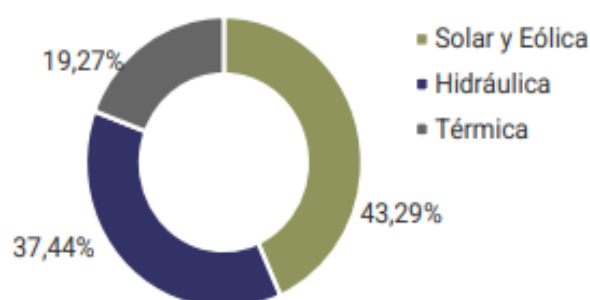


Ilustración 17 Participación en la matriz energética por tipo de tecnología 2050 (XM)

5.2.2 El cliente

El proyecto busca atender un segmento en particular, que son las unidades residenciales, con proyectos de energía solar fotovoltaica entre los rangos de 20 Kwp y 100 Kwp, los tamaños de

los sistemas solares corresponden a datos de consumo y áreas disponibles para las instalaciones.

Según planeación municipal, para el año 2016 Medellín disponía de 269.129 edificios de 0 a 5 pisos, 5009 de 6 a 14 pisos, 1341 de 15 a más de 30 pisos, realizando una proyección de crecimiento muy conservadora, para efectos del análisis de mercado se pudo llegar a los siguientes datos: (La Lonja, 2016)

Edificios por Niveles	2016	2023	% Posibles clientes	clientes potencial
0 a 5 pisos	296.129	317.490	20%	63.498
6 a 14 pisos	5.009	7.048	60%	4.229
15 a más de 30 pisos	1.341	1.887	60%	1.132

Tabla 2 Clientes potenciales en Medellín - elaboración propia

Se busca atender esta población debido a que es un sector marginado, las condiciones de su composición jurídica hacen que no tenga un buen perfil en la banca, siendo esto un caso estudio importante para brindar una solución que impacte positivamente al sector, encontrando la metodología adecuada en los diferentes aspectos como el técnico, regulatorio, jurídico que se complementen para dar esta solución al usuario final.

Según Camacol Antioquia en octubre del año 2022 se vendieron 23812 unidades de vivienda nueva, y según las expectativas se pretendía vender al cerrar ese año 27000 viviendas nuevas, si bien las cifras arrojan resultados inferiores al año 2019, estas están ligadas a la llegada del nuevo gobierno y las incertidumbres generadas por sus nuevas políticas; otras de las razones determinantes son las tasas de interés derivadas por las condiciones económicas del país. (Camacol, 2022)

Con respecto a las condiciones asociadas con exenciones y beneficios tributarios, el nuevo gobierno mantiene las políticas que ya se tienen al respecto de esta manera se mitigan incertidumbres al respecto; las tasas de interés bien mostrando la baja y las condiciones para la inversión se activan.

Camacol Antioquia además informa que el departamento cuenta para el 2022 con 607 proyectos inmobiliarios, de los cuales el 68% son de vivienda.

5.2.3 Demanda

Los efectos de la pandemia también afectaron la demanda de energía eléctrica, donde mostró un crecimiento promedio mes de -2.01% en 2020, lo que mostró una desaceleración por parte del consumidor por el paro de gran parte de la industria y el comercio, sin embargo en los años siguientes mostraron una recuperación importante, para el año 2021 un crecimiento 5.4% lo que representa un crecimiento del 7.45% pp con respecto a 2020, para el año 2022. (UPME, 2023)

Un crecimiento del 3.48%, representando un 5.49% pp con respecto al 2020, los inicios del año 2023 muestran un crecimiento promedio mes de 1.89%. (UPME, 2023)

Esta recuperación se puede apreciar en los siguientes gráficos, además pronostica un crecimiento en los próximos años, que corresponde al crecimiento típico del sector de energía eléctrica en Colombia.

Para el nicho de negocio analizado no solo la demanda de energía eléctrica es un componente a tener en cuenta a la hora definir el tamaño del mercado, la demanda también está ligada al crecimiento de la construcción de vivienda, debido que son precisamente las unidades habitacionales el foco del negocio.

Medellín para el año 2021 presentó una aprobación para construcción nueva de 953.404 m², de los cuales 775.943 m² corresponde al sector vivienda, presentando un incremento de 67.1% con respecto al año inmediatamente anterior.

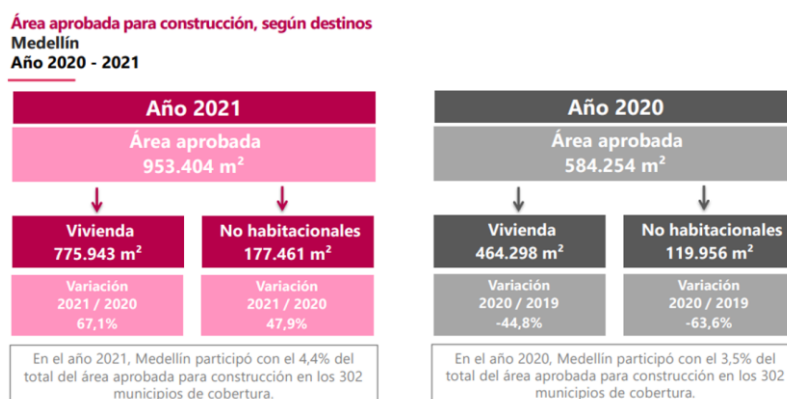


Ilustración 18 Crecimiento de construcción

En datos más recientes según informa XM (Administrador del Mercado de Energía Mayorista en Colombia), la demanda de energía en Colombia en el mes de junio de 2023 aumentó 6.02% con respecto al mismo mes del año anterior, este crecimiento representa una demanda mensual

de 6581 GWh/mes, la región con mayor crecimiento de demanda fue el caribe con un crecimiento del 11.53 % ; realizando corte a junio de 2023, el crecimiento de la demanda de energía, del último año es de 2.87 % (XM, 2023)



Ilustración 19 Demanda y variación con respecto a 2022. Datos de XM

Tipo día	Demanda SIN [GWh] 2022-06	#días 2022-06	Demanda SIN Promedio [GWh] 2022-06	Variación [%] 2022 vs 2021	Demanda SIN [GWh] 2023-06	#días 2023-06	Demanda SIN Promedio [GWh] 2023-06	Variación [%] 2023 vs 2022
Comercial	4280.08	20	214	3.75%	4539.49	20	226.97	6.06%
Sabado	817.9	4	204.47	2.5%	863.46	4	215.86	5.57%
Dominico y Festivo	1109.72	6	184.95	1.38%	1178.52	6	196.42	6.2%
Total	6207.7	30	206.92	3.11%	6581.46	30	219.38	6.02%

Tabla 3 Demanda de energía según tipo de día. Datos XM

El consumo de energía en el sector residencial y pequeños negocios, presentó un crecimiento del 8.26% mientras que el mercado industrial y comercial aumentó el 1.24% con respecto al año anterior. (XM, 2023)

Tipo de Mercado	Demanda [GWh] 2022-06	Demanda [GWh] 2023-06	Variación [%]	Participación [%]
Regulado	4130.81	4470.84	8.26%	68.29%
No Regulado	2049.42	2076.37	1.24%	31.71%

Actividad Comercial	Demanda [GWh] 2022-06	Demanda [GWh] 2023-06	Variación [%]	Participación [%]
Explotación de minas y canteras	551.92	617.26	11.84%	29.73%
Transporte y almacenamiento	41.12	45.33	10.35%	2.18%
Establecimientos financieros, seguros, inmuebles y servicios a las empresas	110.68	118.46	7.01%	5.7%
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	70.23	74.32	5.61%	3.58%
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	34.17	34.94	2.25%	1.68%
Construcción, alojamiento, información y comunicaciones	131.49	133.34	1.4%	6.42%
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	107.55	107.95	0.39%	5.2%
Servicios sociales, comunales y personales	138.06	129.89	-5.98%	6.26%
Industrias manufactureras	864.2	814.89	-6.13%	39.25%

Tabla 4 Demanda de energía discriminada por tipo de sector. Datos XM

El comportamiento de la demanda de energía para las diferentes regiones con respecto al año anterior es la siguiente:

Región	%
Caribe	11.53%
Guaviare	10.73%
Oriente	7.26%
Valle	5.47%
Tolima - Huila - Caquetá	5.25%
Chocó	4.62%
Antioquia	3.07%
Caldas - Quindío - Risaralda	2.95%
Centro	1.98%
Sur	0.84%

Tabla 5 Comportamiento de la demanda de energía

5.3 Oferta

Competencia directa

Actualmente existen varias empresas con gran capacidad financiera para invertir y ofrecer servicios de acuerdos de venta de energía, algunas de ellos que típicamente ya están en el sector desde años atrás ofreciendo el mismo servicio por medio de otras tecnologías, otras empresas que son relativamente nuevas en el medio, además de algunas que llegan con inversiones de

orden internacional con experiencia en otros países, en la tabla 6 se mencionan algunos de ellos, que cumplen con las diferentes variables mencionadas.

Alternativa	Oferta	Público Objetivo	Fortalezas	Debilidades	Modelo Comercial
RECAP	Modelo de negocio para acuerdo de venta de energía	Industria y comercio	Gran variedad de modelos de venta de energía	capacidad de respuesta lenta	Acuerdo de venta de energía PPA con indexación y sin indexación, acuerdo de venta de energía con descuento porcentual
CELCIA	Modelo de negocio para acuerdo de venta de energía Solar, además energía hidráulica y térmica	Industria y comercio	Gran capacidad financiera, posicionamiento en el medio.	Pocas posibilidades de acuerdos de energía	Modelo PPA con indexación a IPC
EPM	Modelo de negocio para acuerdo de venta de energía Solar, además energía hidráulica y térmica	Industria, vivienda y comercio	Gran capacidad financiera, posicionamiento en el medio.	Altos costos operativos que encarecen las tarifas	Modelo PPA con indexación a IPC, leasing
ERCO	Modelo de negocio para acuerdo de venta de energía	Industria, vivienda y comercio	Gran variedad de modelos de venta de energía	Se está concentrando en proyectos grandes	Modelo PPA con indexación a IPC

Tabla 6 Fortalezas y debilidades de la competencia (Elaboración propia)



Cálculos: Corficolombiana.

Ilustración 20 Proyección de precios de energía (Regulado)

La actualidad del servicio de energía eléctrica según los datos recolectados y dispuestos en esta investigación, muestran un crecimiento importante en los últimos años además de las proyecciones que la UPME presenta en sus estudios oficiales, esta investigación muestra que existe un mercado desatendido y en constante crecimiento haciendo referencia el sector de la energía solar, y aunque existen servicios sustitutos como la energía hidráulica y térmica, la matriz energética del país muestra la necesidad de migrar a nuevas tecnologías que permitan la sostenibilidad y el uso de FNCE.

Se detecta que un nicho importante dentro de las amplias posibilidades para el uso del servicio de energía solar son las unidades residenciales, en la tabla 2 se puede evidenciar que para Medellín y su Área Metropolitana el crecimiento en unidades habitacionales sigue en crecimiento, siendo este un mercado por atender y dar solución a sus consumos energéticos para las zonas comunes.

Con respecto a la competencia actualmente existen una oferta importante para dar solución al servicio de energía solar, empresas del orden nacional y además internación tal y como se muestra en la tabla 6 donde se plantea fortalezas y debilidades de los competidores, en relación a el tamaño del mercado, la implementación actual de la tecnología y los oferentes, existe un mercado según muestra la table 2 muy importante por atender que permite tener amplias posibilidades para nuevos competidores.

Se puede concluir que para un próximo estudio es importante realizar encuestas directamente con los posibles cliente, y detectar su real interés para la implementación de las FENC en las zonas comunes de las unidades residenciales.

6. Estudio técnico y tecnológico

6.1 Tamaño del Proyecto.

Para el caso de estudio se evaluará un proyecto de energía solar (fotovoltaica) con capacidad instalada de 81.2 kWp, que consta de 140 módulos solares marca Longi, dos inversores de 63 kW marca Growatt como equipos principales, el cual generará 125.860 kWh-hora/ en el primer año.

Para determinar el tamaño del proyecto se realiza un análisis ingenieril apoyados en el consumo de energía actual que llega a los 169.400 kWh-hora/año, de igual manera el área disponible para instalar los paneles solares, rutas para canalizaciones, espacios para instalar inversores, entre otras condiciones que son requeridas para que el proyecto sea viable técnicamente.

6.2 Localización

6.2.1 Macro localización

La ubicación geográfica de Colombia la convierte en un país con un gran potencial para la generación de energía solar fotovoltaica, ya que supera el promedio mundial de radiación solar por su ubicación en la zona ecuatorial, con regiones como la guajira, la costa Atlántica, la Orinoquia y región central con radiaciones promedio de 4.5 kWh/m²/d y máximas de 6 kWh/m²/d; que supera el promedio mundial del 3.9 kWh/m²/d.

Ubicación estratégica: Aunque la ciudad Medellín no presenta los niveles de radiación más altos del territorio Colombiano, si supera el promedio mundial y se ubica entre 4.5 y 5 kWh/m²/d, lo que representa unas condiciones favorables para el desarrollo de este tipo de proyectos, el proyecto en estudio está ubicado al sur del Área Metropolitana en el municipio de envigado, que dispone de seis torres habitaciones de 10 niveles, cada una de ellas con 44 apartamentos, además cuenta con zona húmeda, salón social, zona de parqueadero y zonas verdes.

6.3 Dimensionamiento:

Para la venta de energía solar fotovoltaica se requiere alianzas estratégicas con empresas constructoras de este tipo de proyectos, los cuales estarán a cargo de la construcción, suministro de equipos, certificaciones, trámites ante el operador de red (OR) , la operación y mantenimiento durante la vigencia del contrato. Estas empresas deben suministrar un CAPEX y OPEX del proyecto, donde especifiquen las cantidades, calidades, precios para el desarrollo

del proyecto; además del costo el AOM (Administración, operación y mantenimiento) del proyecto durante la vigencia del contrato.

Dentro de la documentación requerida para realizar el estudio, análisis técnico y financiero del proyecto es necesario que el epecista (Empresa que diseña, suministra y construye una planta de energía solar) suministre la siguiente información.

- Estados financieros actualizados del cliente
- RUT y documento de representación
- Últimas 12 facturas de energía eléctrica del comercializador
- CAPEX detallado con validez de la oferta
- Cotización detallada del O&M
- PVsyst con escena 3d y con el siguiente contenido.
- Simular la instalación tanto con Meteonorm 8.1 como con SolarGis
- Incluir pérdidas por LID al 2%
- Pérdidas por indisponibilidad, se trabaja con un valor de 1% repartido en tres períodos.
- No incluir consumo nocturno, e incluir pérdidas auxiliares con una ratio de 1W/kW.
- En caso de incluir transformador la instalación, incorporar sus pérdidas

Este estudio define el tamaño del proyecto, la energía que generara el mismo durante la vigencia del contrato, las condiciones de la instalación y las exigencias técnicas del mismo, además las condiciones requeridas para la O&M y la conservación de los activos de manera confiable y segura.

6.4 Ingeniería

6.4.1 Evaluación técnica

Corresponde al análisis de las necesidades energéticas del cliente, apoyados en las condiciones locativas y de la instalación eléctrica, para nuestro caso de estudio la frontera comercial presenta un consumo importante que se puede evidenciar en la siguiente imagen.

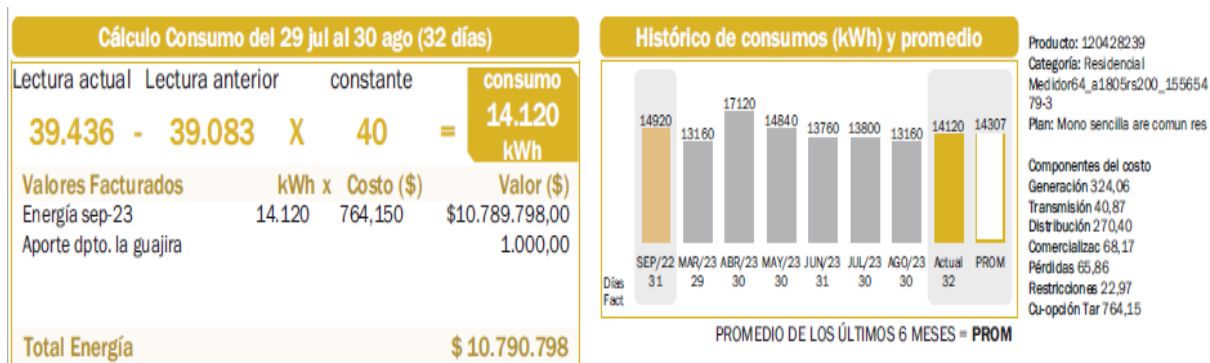


Ilustración 21 Cálculo del consumo en el periodo evaluado

El consumo promedio de energía de la frontera comercial llega a 89.166kWh/mes que para la fecha de corte corresponde a un valor en pesos de 67.766.160 cop, con una tarifa de 760 cop por cada kWh consumido.

La estructura, techo, loza o área donde se instale el sistema solar (paneles solares), debe tener una capacidad de carga de 15 kgf/m², con esto garantizar la seguridad estructural de la instalación, la conservación de los equipos y de las personas que hacen parte la unidad residencial.

6.4.2 Diseños

Como medida inicial se debe realizar un dimensionamiento del sistema solar, basado en las condiciones actuales de consumo de energía de la frontera comercial, sumado a lo anterior la disponibilidad de áreas para la instalación de los paneles solares, garantizando la no presencia de sombras que puedan afectar la eficiencia de generación de energía del sistema solar.

Para las simulaciones se usa el software PVsyst que permitirá dimensionar el tamaño del sistema, las condiciones de sombras si existen, el módulo solar a utilizar, inversores y además la energía generada durante los diferentes meses del año. Esta simulación nos da como resultado que el sistema solar requiere 210 módulos solares marca longi de 580 Wp, para una capacidad instada de 121.8 kWp, y dos inversores marca Growatt de 36 kW, la energía generada anualmente es de 177.828 kWh-hora/año.



Ilustración 22 Distribución de los paneles solares

6.4.3 Paneles Solares e inversores

Para dar garantía a la inversión realizada por los inversionistas se usa las mejores tecnologías que den garantía de sostenibilidad, para este proyecto se usará paneles marca Longi los cuales están ubicados en el puesto cuatro en la lista of tier one de paneles solares a nivel mundial, con una eficiencia del 22.6 % y con una garantía de degradación para el primer año de máximo el 2%, y una degradación lineal anual de un máximo de 0.55% anual hasta el año 25 de vida útil del panel solar.

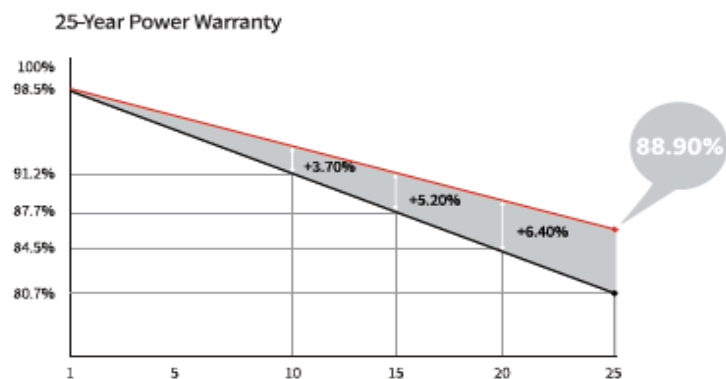


Ilustración 23 Perdida de la eficiencia de un panel solar

Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	27.5kg
Dimension	2278×1134×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC

Tabla 7 Parámetros mecánicos ficha técnica Panel Solar

Electrical Characteristics	STC: AM1.5 1000W/m ² 25°C		NOCT: AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s		Test uncertainty for Pmax: ±3%					
	LRS-72HTH-560M		LRS-72HTH-565M		LRS-72HTH-570M		LRS-72HTH-575M		LRS-72HTH-580M	
Module Type	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	560	418	565	422	570	426	575	430	580	433
Open Circuit Voltage (Voc/V)	51.61	48.46	51.76	48.60	51.91	48.74	52.06	48.88	52.21	49.02
Short Circuit Current (Isc/A)	13.94	11.26	14.01	11.31	14.07	11.36	14.14	11.42	14.20	11.47
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	43.46	39.66	43.61	39.79	43.76	39.93	43.91	40.07	44.06	40.20
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.89	10.55	12.96	10.61	13.03	10.67	13.10	10.72	13.17	10.78
Module Efficiency(%)	21.7		21.9		22.1		22.3		22.5	

Tabla 8 características eléctricas de 5 referencias de panel Solar

los inversores seleccionados para el proyecto son dos inversores Inversor On Grid Growatt MAC 36KTL3-XL, son equipos de alta calidad que presentan garantía hasta 10 años, con estándares de calidad y lideren a nivel mundial por su tecnología.

Datasheet	MAC 15KTL3-XL	MAC 20KTL3-XL	MAC 22KTL3-XL	MAC 25KTL3-XL	MAC 30KTL3-XL	MAC 36KTL3-XL
Input Data(DC)						
Max. recommended PV power (for module STC)	19500W	26000W	28600W	32500W	39000W	46800W
Max.DC voltage	1100V					
Start voltage	250V					
Nominal voltage	360V					
MPPT voltage range	200V-1000V					
No. of MPP trackers	3					
No. of PV strings per MPP tracker	4/4/4					
Max. input current per MPP tracker	46A/46A/46A					
Max. short-circuit current per MPP tracker	50A/50A/50A					
Output Data(AC)						
Rated AC output power	15000W	20000W	22000W	25000W	30000W	36000W
Max. AC apparent power	16600VA@220VAC	22200VA@220VAC	24400VA@220VAC	27800VA@220VAC	33300VA@220VAC	36000VA@220VAC 39200VA@240VAC
Nominal AC voltage (range*)	127V/220V(101.6-139.7V)					
AC grid frequency (range*)	50/60 Hz(46--54/56--64Hz)					
Nominal AC output current	39.4A	52.5A	57.7A	65.6A	78.8A	94.5A
Max. output current	43.6A	58.3A	64.0A	73.0A	87.4A	94.5A
Power factor(@nominal power)	>0.99					
Adjustable power factor	0.8leading ...0.8lagging					
THDI	<3%					
AC grid connection type	3W+N+PE					
Efficiency						
Max. efficiency	98.8%					
European efficiency	98.2%					

Tabla 9 Ficha técnica de inversores

7. Estudio Regulatorio

La Integración de las energías renovables no convencionales al sistema nacional interconectado está regida por la Ley 1715 de 2014, fue creada con el objetivo de promover la utilización de nuevas tecnologías sostenibles no convencionales, integrándolas al mercado energético colombiano aportando a la sostenibilidad económica y energética del país, reduciendo los gases de efecto invernadero y fomentando los programas de eficiencia energética. (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2014)

Esta ley constituye el marco legal que promueve el aprovechamiento de las fuentes de energía no convencionales, fomentando la inversión, desarrollo y la investigación de energías limpias, las motivaciones desde el gobierno nacional están asociadas al compromiso con el aumento en los indicadores en implementación de este tipo de tecnologías, además la reducción de emisión de gases de efecto invernadero, aportando a los compromisos adquiridos por el Gobierno Nacional en la ley 1665 de 2013.

La ley 1715 establece que los sistemas solares hacen parte de las Fuentes no Convencionales de Energía Renovables (FNCER), y que pueden ser usados en las Zonas no Interconectadas (ZNI) y Zonas Interconectadas del Sistema eléctrico de Colombiano, para esta última debido a su ubicación a los grandes centros de consumo, y el aprovechamiento de las redes de energía, se convierten en centros de generación de energía distribuida con las disposiciones establecidas en la CREG, lo que permite intercambios energéticos a la red tradicional de electricidad con el uso de medidores de energía bidireccional, para detectar los excedentes que se puedan presentar como intercambio comercial.

Los entes regulatorios como el Ministerio de Minas y Energías, la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), la Unidad de Planeación Minero- Energética (UPME), el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, Corporación Autónoma Regionales, son los encargados de facilitar los recursos, normativas, regulaciones, lineamientos, fondos y procedimientos para la implementación de las Energías Renovables no Convencionales del territorio Nacional.

Dentro de las disposiciones establecidas para promover dentro de los usuarios la implementación de FNCE, se regula la entrega de excedentes de energía a la red de distribución según lo establecido en las leyes 142 y 143 de 2014, y los lineamientos del Ministerio de Minas y Energía, estos excedentes deberán ser reconocidos al Autogenerado haciendo uso de un

medidor de Energía bidireccional como un intercambio comercial, de igual manera se busca promover la sustitución de generación Diesel por generación solar en las ZNI con fondos de financiación como el Fondo de energías no convencionales (FENOGE), también el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas no Interconectadas (IPSE)

Desde el ámbito económico se autoriza la deducción en la renta de hasta el 50% de la inversión en proyectos de energía no convencional, trámite que se debe realizar ante la UPME, de igual manera la exclusión de IVA en equipos tales como inversores, y paneles solares, también hace parte de los benéficos la exención en el pago de derechos arancelarios, los cuales deberán ser solicitados ante la DIAN 15 días antes de la importación de dichos activos.

Como modificación a la ley 1715 de 2014, se aprueba la ley 2099 de 2021, la cual promueve nuevas fuentes de energía como el hidrogeno verde, biomasa, energía geotérmica, nuevos incentivos tributarios para fuentes no convencionales de energía y la inversión en movilidad sostenible, abre las puertas para conseguir estrategias de carbono neutral en Colombia, la ley busca reactivar la economía nacional promoviendo la utilización de fuentes no convencionales de energía, lo que se ve reflejado en el ahorro energético para los hogares, también mejora la calidad de la energía y la continuidad del servicio.

La ley 142 de 1994 en su artículo 74, da facultades especiales a la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), para regular el ejercicio de las actividades de Energía y Gas en el territorio Nacional, para el 28 de febrero de 2018 el Ministerio de Minas y Energía por medio de la resolución CREG 030 faculta a la misma, para regular las actividades de Autogeneración a Pequeña escala y de Generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional.

La resolución hace mención a lo establecido en la ley 1715 de 2014, donde se promueve los mecanismos simplificados de conexión y la entrega de excedentes de energía a la red, el uso de medidores de energía bidireccional para el intercambio comercial y su remuneración económica, esta ley faculta a la CREG para definir las normas que regulen esta remuneración a los aerogeneradores a pequeña escala de FNCER, dentro de lo establecido y según la resolución de la UPME 281 de 2015, define como autogeneración de pequeña escala todas aquellas que tengan capacidad instalada igual o menor a 1 MW de potencia, las condiciones simplificadas para la autonegación en la relacionado con la medición, conexión, contrato de respaldo, entrega de excedentes y su liquidación son aquellos definidos en el decreto 348 de 2017.

En esta resolución se establecen parámetros técnicos que regulan la conexión de los autogeneradores de las redes de distribución de energía, entre ellas la capacidad que puede ser conectada al circuito de la red de distribución que no puede superar el 15 % de la capacidad nominal del mismo, el desarrollo de un aplicativo en su página web que permita disponer a los usuarios de información técnica para la conexión de sus sistemas solares.

Dentro de las condiciones para el intercambio comercial y excedentes de energía, se debe cumplir con los requisitos definidos en la resolución CREG 038 de 2014 (código de medida), donde se define la frontera comercial de generación de energía para el intercambio en cumplimiento de parámetros técnicos allí establecidos, y está sujeta a lo definido en la resolución CREG 086 DE 1996, el autogenerado podrá vender sus excedentes al comercializador integrado al operador de red y este está obligado a comprarlos; el comercializador es el responsable de la liquidación y la facturación, indicando de manera detallada la energía importa y exporta a la red de distribución eléctrica

Como garantías a los usuarios del servicio de energía eléctrica, se dispone la resolución CRGE 038 DE 2014, que hace referencia al código de medida que se desarrollo con principios de eficiencia, adaptabilidad y neutralidad establecidos en la ley 142 y 143 de 1994, de estos principios regulatorios se ven beneficiados las transacciones comerciales entre agentes y usuarios, se realizan lineamientos técnicos para el sistema de medición que establece requerimientos en relación a la exactitud, certificación de calidad del producto, instalación, pruebas, calibración, operación, mantenimiento y protección. Además, permite determinar la responsabilidad de los agentes y usuarios para la medición de la energía eléctrica.

Dentro de las medidas adoptadas para garantizar la calidad en la medición de la energía, se condiciona parámetros para la calibración de los medidores con equipos patrones en laboratorios regulados para dicha actividad establecido en la norma NTC-ISO-IEC 17025, además de los requerimientos técnicos para la instalación de la frontera comercial.

En referencia a las condiciones para el registro de Fronteras Comerciales, la resolución CREG 156 de 2011 en su artículo 14, no permite la modificación de las fronteras agrupadoras que existieron hasta ese año, como medida complementaria aparece la CREG 174 de 2021, que permite la conexión de AGPE en fronteras agrupadoras, siempre y cuando no entreguen excedentes de energía, lo que exige instalar equipos que limiten dichos excedentes.

7.1 Condiciones contractuales

Luego de realizar la evaluación financiera del proyecto y determinar la tarifa que se oferta al cliente, se debe firmar un acuerdo por venta de energía entre el cliente y el inversionista del proyecto, este acuerdo tiene una serie de condiciones entre las partes que garanticen un acuerdo de beneficios entre las partes, para tal efecto a continuación se presentan algunas de las condiciones más importantes.

7.2 Generales:

- **Uso de espacios:** el desarrollo y la instalación del proyecto de energía solar, se requiere la utilización de cárcamos, buitrones, lozas, techos, espacios de la subestación, esta situación requiere de un contrato de comodato para el uso de estos espacios durante el acuerdo de venta de energía.
- **Instalación:** esta a cargo del inversionista la responsabilidad de asumir los costos de los diseños, suministro de equipos, instalación, legalización, certificación y puesta en servicio del sistema solar.
- **Activos:** los activos del sistema solar y todos los derivados de la implementación del proyecto, son propiedad del inversionista, por lo tanto los beneficios tributarios derivados por la inversión realizada son del inversionista.
- **Energía:** es compromiso del cliente consumir la energía producida por el sistema solar, siempre y cuando las condiciones lo permitan y la demanda no supere la generación de energía del proyecto, por otra parte la suspensión de servicio de energía puede darse a razón por averías del sistema solar, afectación de los espacios donde esta instalado el sistema solar, falta de pago en el servicio prestado.
- **Operación y mantenimiento:** durante la vigencia del acuerdo de venta de energía, el inversionista será el responsable de la operación y el mantenimiento del sistema solar, garantizando una respuesta oportuna para dar continuidad al servicio.
- **Control y supervisión:** el cliente puede tener acceso a la supervisión de la medida de energía, de esta forma poder controlar la facturación recibida.
- **Los cambios que se presenten en la legislación o regulación de servicio de energía eléctrica no serán responsabilidad del inversionista, por lo que no afectará las condiciones del acuerdo de venta de energía.**

- Las modificaciones que se puedan presentar al acuerdo de venta de energía se deben dar bajo acuerdo entre las partes.
- El acuerdo de venta de energía se pacta por las partes para una duración de 20 años.

7.3 Obligaciones de las partes:

Inversionista:

- ✓ Pólizas que permitan garantizar la seguridad del personal, activos, bienes y servicios.
- ✓ Garantizar condiciones seguras y de orden durante la instalación y operación del sistema solar.
- ✓ Obligaciones salariales, fiscales, seguridad social y las que correspondan legalmente, durante la instalación, operación y mantenimiento del sistema solar.
- ✓ Garantizar el cumplimiento de las normas exigidas para la instalación, la legalización y puesta en servicio del proyecto.
- ✓ El inversionista no puede realizar cesión del acuerdo de venta de energía a otro inversionista, debe existir un común acuerdo entre las partes.
- ✓ A la finalización del contrato el inversionista dará la opción al cliente de adquirir el sistema solar, pagando una única cuota del valor promedio de la factura de energía del último año.
- ✓ El inversionista podrá modificar el tamaño del sistema solar si así lo considera, buscando ajustarlo según las condiciones de demanda de energía y si se dispone de los espacios requeridos.

• Cliente:

- ✓ El cliente no puede intervenir, manipular, operar los equipos del sistema solar, estas actividades son responsabilidad del inversionista.
- ✓ Permitir al inversionista hacer publicidad con la implementación del sistema solar.
- ✓ El cliente no es responsable por daños que se presenten a razón de fenómenos naturales, si de aquellos ocasionados por manipulación no autorizada.
- ✓ El cliente no puede realizar cesión del acuerdo de venta de energía.

8. Estudio Ambiental

Según las naciones unidas (ONU), la energía eléctrica para las próximas décadas deberá ser limpia y accesible, estas energías limpias se clasifican como Energías Renovables (ER), y están bajo el concepto de bajo impacto ambiental, aunque los estudios al respecto dictaminan que de alguna manera traen consigo algún impacto ambiental negativo.

Factores como la salud humana, pérdida de biodiversidad, el suelo, y generación de residuos, se ven afectados para la implementación de Energías Renovables; estos factores están ligados a al tipo de tecnología utilizar, la escala del proyecto, el alcance, las zonas de desarrollo del proyecto.

El impacto ambiental para el desarrollo de proyectos de energías renovables (ER), marca un camino desde la extracción de recursos para la construcción de equipos hasta la disposición final de los mismos, este proceso tiene ligado cumplimiento de obligaciones normativas por los entes regulatorios. (Naciones Unidas, 2023)

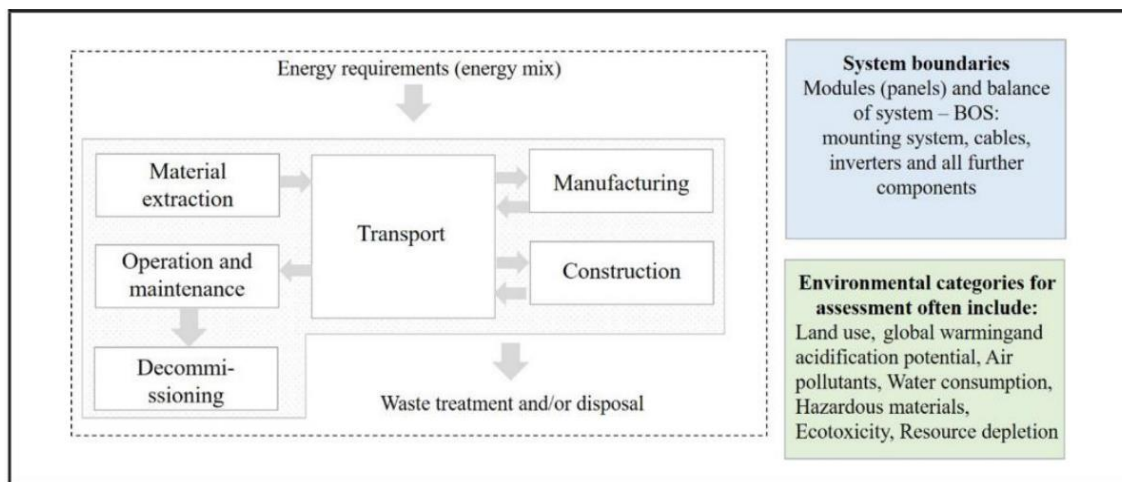


Ilustración 24 Muestra de un enfoque de ACV para la evaluación de una SPVS

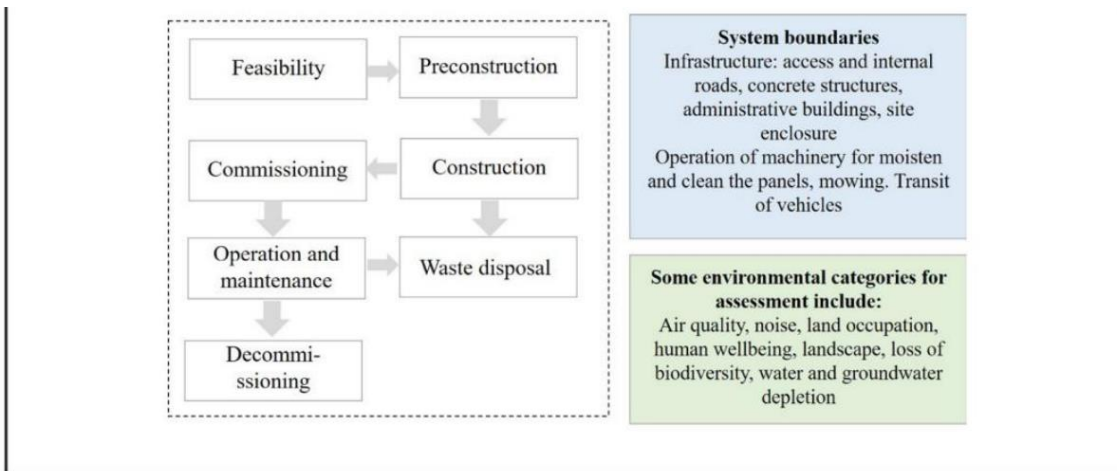


Ilustración 25 Muestra de un enfoque de EIA para la evaluación de una SPVS

8.1 Análisis energía solar:

El crecimiento en la utilización de energía solar a nivel mundial va en crecimiento, el aprovechamiento de la radiación solar haciendo uso de las placas fotovoltaicas, se convierte cada día en una necesidad mundial por la reducción de otras fuentes de energía, además la concientización de la humanidad en reducir el impacto ambiental para preservar la vida, los proyectos de energía solar y su implementación se hace a todos los niveles, desde parques y granjas solares, hasta proyectos de orden comercial, industrial y de uso residencial.

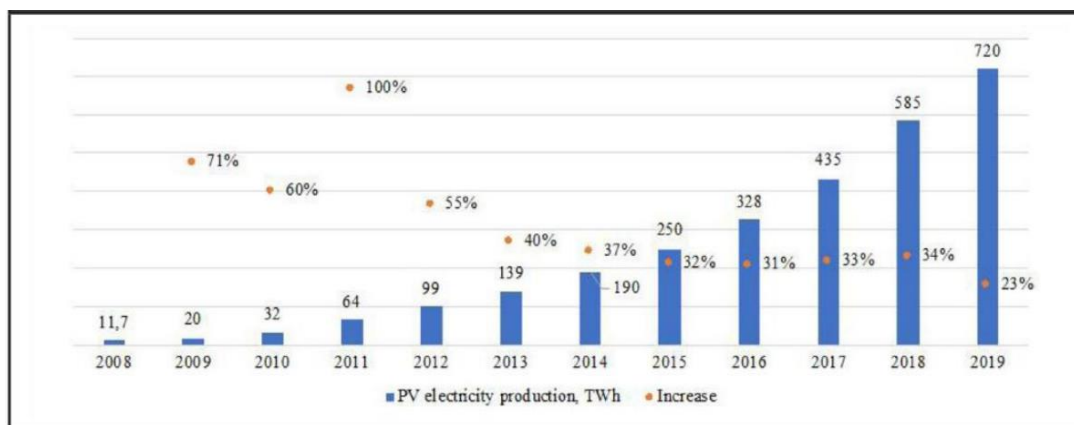


Ilustración 26 Electricidad producida a partir de energía solar fotovoltaica a nivel mundial (TWh) datos AIE:2021

La ilustración 26 muestra la tendencia en crecimiento de manera significativa, se proyecta que para el año 2030 la producción llegue a 3268 TWh, llegando a 5 veces la producción de energía del año 2019.

8.2 Calentamiento Global

La utilización de ER reduce significativamente la emisión de gases, pero el proceso de fabricación de los equipos, materiales y elementos de estos sistemas, hacen uso de energía que se generan con combustibles fósiles contaminantes, lo que está generando una contaminación indirecta para el proceso de ER.

Autor	Tipo de módulo	PCA, g-CO ₂ -eq/ kWh
Müller et al. (2021)	sc-Si	13 a 30
	psi	12,1-569
Ludin et al. (2021). 25 años de vida útil de la SPVS	psi	569
	a-Si	15,6-50
	sc-Si	29-671
	sc-Si	43
Magrassi et al. (2018). 30 años de vida útil de SPVS	sc-Si	43
Kim y cols. (2013). 30 años de vida útil de SPVS	sc-Si	41,8
	psi	31,5
	sc-Si	29-45
	psi	23-44
Peng y otros, 2013.	a-Si	18-50
	CdTe	14-35
	DSSC	< 120
	CEI	10,5-46
	CEI	10,5-46

Ilustración 27 Potencial de calentamiento global de diferentes SPVS, basado en la generación de energía

Según la ilustración 27 muestra que la relaciona la emisión típica de CO₂ producido por la electricidad producida por la energía solar fotovoltaica, oscila entre 50 g de CO₂ - eq/kWh, lo que es relativamente bajo en comparación con el promedio global de 440 g CO₂ - eq/kWh.

8.3 Paisajismo en caso de estudio

La implementación del proyecto solar para la unidad residencia tomada como caso de estudio, ubica los paneles solares en la loza o terraza del último piso de dos torres habitacionales de 10 niveles, en la ilustración 22 se puede observar la distribución de los paneles solares para el

estudio realizado, las zonas de terraza de los edificios son de acceso restringido a las personas que los habitan lo cual reduce su visibilidad, y no hace parte de las zonas activas de operación, esparcimiento o recreación.

Lo anterior puede concluir que el impacto visual o afectación al paisajismo es mínimo, ya que los equipos no están ubicados en zonas de tránsito o de concentración de personas, y desde el exterior a razón del nivel o altura de su ubicación no es perceptible para personas externas.

8.4 Zonas de intervención

Adicional a las lozas o terrazas para la implementación del proyecto de energía solar, es necesario el uso de otras áreas tales como los buitrones para realizar el tendido del cable solar, adicionalmente se requiere la instalación de los inversores en la subestación de energía.

La implementación del proyecto de energía solar no tiene impactos significativos o que afecten la operatividad de la unidad residencial, los buitrones son espacios ya construidos para canalizar y distribuir las diferentes redes de servicios como energía, alcantarillado, agua potable y red gas; esto nos permite no realizar otro tipo de intervención que contamine o impacte económicamente el proyecto.

La subestación es también un espacio construido y diseñado para alojar equipos eléctricos y resguardarlos, también busca proteger a los usuarios de acceder a ellos y mitigar el riesgo eléctrico, en este lugar se ubican los inversores solares lo que permitirá no afectar infraestructura física y visual de la locación actual.

8.5 Generación de residuos y manejo ambiental

La empresa epcista quien es la encargada del construir el proyecto debe suministrar el plan de manejo ambiental del mismo, ya que para este tipo de proyectos es el momento en el cual más se genera residuos derivados de la construcción, para el momento del acta de inicio del proyecto se realiza un relacionamiento para adaptar los esfuerzos con el plan de manejo ambiental que tiene la unidad residencial, los residuos que se generan en este tipo de proyecto son:

- Recortes metálicos (hierro, cobre, aluminio, acero galvanizado)

Este residuo se recicla para realizar venta de este

- Estopas y tela contaminada de líquidos (disolventes, aceites, limpiadores)
Este residuo a razón que no se produce en altos volúmenes, se le da disposición final según el plan de manejo ambiental de la unidad residencial.
- Papel y envolturas (papel cartón, plástico y envolturas)
Este residuo a razón que no se produce en altos volúmenes, se le da disposición final según el plan de manejo ambiental de la unidad residencial.

Conclusiones ambientales

La implementación del proyecto no tiene un impacto económico o ambiental representativo, las condiciones de operatividad de la unidad residencial no se ven afectadas por la construcción, no se hace necesario realizar planes de mitigación o de intervención para reducir o compensar las actividades a realizar, las afectaciones que podrían presentarse que están asociadas a los residuos se atienden con la integración del plan de manejo ambiental del epcista y el de la unidad residencial.

Para el presente estudio se hace necesario realizar un estudio ambiental a más profundidad, que permita detectar mayores factores de riesgo a escala macro asociadas al tamaño del mercado, también identificar los indicadores positivos que se deriven del uso de los sistemas solares fotovoltaicos.

9. Evaluación financiera

La evaluación financiera de un proyecto se centra en analizar en qué medida el proyecto alcanza los objetivos y expectativas financieras, así como en generar rendimientos para los diversos participantes en su ejecución o financiamiento. Su propósito es determinar los niveles de rentabilidad mediante la comparación de los ingresos generados por el proyecto con los costos asociados.

Estas comparaciones entre los ingresos y gastos se obtienen de los resultados del cálculo de la métrica establecida para conocer la viabilidad; TIR, VPN y payback estático.

Para el presente proyecto se tomará un horizonte de evaluación de 20 años, por la vida útil de los equipos.

9.1 Proyecto:

El proyecto se estima para una empresa que tiene un consumo de energía promedio mes 891.166kW/h. y se desea un proyecto para la reducción del costo de energía, según diseño se va a suministrar 177.828 kW/h año, que es un 17% del consumo, que va a impactar en un 3.85% del total del costo del suministro de energía año.

CALCULO DEL SISTEMA SOLAR		
Consumo de energía promedio mes	891.166	kW/h
Consumo de energía promedio año	1.069.992	kW/h
Potencia del Proyecto	121,8	kWp
Energía Anual CALCULADA	177.828	kWh/año
energía Anual PVSYST	177.828	kWh/año
área real	630	m ²
% de utilización	17	kWh/año

Tabla 10 Dimensión del sistema solar

9.2 Inversión

Se requiere una inversión inicial de activos no corrientes de: \$397.474.146 pesos colombianos.

Según el artículo 13 de la ley 1715 de 2014 modificado por la ley 2099 de 2021, no se tendrá que pagar los derechos y/o gravámenes arancelarios al importar máquinas, equipos, insumos y material que se vayan a utilizar exclusivamente en las etapas de reinversión e inversión dentro de los proyectos.

Se realizará reinversiones cada 5 años para la reposición de equipos. De aproximadamente el 2%

Descripción	Referencia	Cantidad	Precio unitario		Precio total		
Módulos 580 [W]	580	210	\$ 208	USD	\$ 174.300.000	COP	
Inversor 50 [kW]	50KTL3-XL	2	\$ 6.250	USD	\$ 50.000.000	COP	
Tarjeta de comunicación del inversor		2	\$ 121	USD	\$ 970.000	COP	
Estructura solar		1	\$ 48.720.000	COP	\$ 48.720.000	COP	
Canalización dc		1	\$ 27.373.333	COP	\$ 27.373.333	COP	
Canalización Ac		1	\$ 31.952.000	COP	\$ 31.952.000	COP	
Certificación RETIE		1	\$ 3.000.000	COP	\$ 3.000.000	COP	
Montaje (MANO OBRA)		1	\$ 36.540.000	COP	\$ 36.540.000	COP	
Logística		1	\$ 15.000.000	COP	\$ 15.000.000	COP	
Imprevistos	2,48%	1	\$ -	COP	\$ 9.618.812	COP	
Total						\$ 397.474.146	COP

Tabla 11 inversión requerida

9.3 Ingresos

Para los ingresos, basados en el diseño técnico donde se va ofertar 177.828kWh*año, durante 20 años, la cantidad de energía disminuye debido a la pérdida de capacidad de los paneles solares en recolectar energía.

Se estima que se va a tener cartera por 30 días.

El valor del kWh se ofrecerá un 20% más económico que el operador vigente, para el año inicial donde el costo del kWh es 760 Cop, este se empezará a ofrecer en \$608 Cop y tendrá un crecimiento dependiendo de la inflación del precio de la energía que se estima en un 5%.

COP miles	Cantidad (kWh*Año)	Precio	Ingresos	Cartera	Recaudo
Año 0	0	0,00	0	0	0
Año 1	177.828	638,4	113.525	9.331	104.195
Año 2	176.405	670,3	118.248	9.719	117.860
Año 3	174.994	703,8	123.167	10.123	122.763
Año 4	173.594	739,0	128.291	10.544	127.870
Año 5	172.205	776,0	133.628	10.983	133.189
Año 6	170.828	814,8	139.187	11.440	138.730
Año 7	169.461	855,5	144.977	11.916	144.501
Año 8	168.105	898,3	151.008	12.412	150.512
Año 9	166.761	943,2	157.290	12.928	156.774
Año 10	165.427	990,4	163.833	13.466	163.295
Año 11	164.103	1.039,9	170.649	14.026	170.088
Año 12	162.790	1.091,9	177.748	14.609	177.164
Año 13	161.488	1.146,5	185.142	15.217	184.534
Año 14	160.196	1.203,8	192.844	15.850	192.211
Año 15	158.915	1.264,0	200.866	16.510	200.207
Año 16	157.643	1.327,2	209.222	17.196	208.535
Año 17	156.382	1.393,5	217.926	17.912	217.210
Año 18	155.131	1.463,2	226.991	18.657	226.246
Año 19	153.890	1.536,4	236.434	19.433	235.658
Año 20	152.659	1.613,2	246.270	20.241	245.462

Tabla 12 proyección de energía kWh*Año del proyecto, precio y cartera

9.4 Opex

Se estima los costos asociados con la operación del sistema de generación de energía es del 1% del valor generado para la operación y mantenimiento, el 1% del valor generado para los gastos de administración y del 0.5% para otros gastos no especificados.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión											
Activos_Equipos	398.446					6.083					7401,2
Activos diferidos											
Activos no corrientes	398.446	0	0	0	0	6.083	0	0	0	0	7.401
Acum activos no corrientes	398.446	398.446	398.446	398.446	398.446	404.529	404.529	404.529	404.529	404.529	411.931
Capital de trabajo inicial	15.000	25.324	25.752	26.198	26.662	27.146	27.649	28.174	28.720	29.289	29.882
Inversion total	413.446	25.324	25.752	26.198	26.662	33.229	27.649	28.174	28.720	29.289	37.283

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Inversión										
Activos_Equipos					9.005					
Activos diferidos										
Activos no corrientes	0	0	0	0	9.005	0	0	0	0	0
Acum activos no corrientes	411.931	411.931	411.931	411.931	420.935	420.935	420.935	420.935	420.935	420.935
Capital de trabajo inicial	30.499	31.141	31.811	32.508	33.234	33.990	34.777	35.598	36.452	37.341
Inversion total	30.499	31.141	31.811	32.508	42.239	33.990	34.777	35.598	36.452	37.341

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Costos y gastos											
Mano de obra	3.984	4.144	4.310	4.482	4.661	4.848	5.042	5.243	5.453	5.671	5.898
Gastos de Administración	3.984	4.144	4.310	4.482	4.661	4.848	5.042	5.243	5.453	5.671	5.898
Otros	1.992	2.072	2.155	2.241	2.331	2.424	2.521	2.622	2.727	2.836	2.949
Valor total		10.360	10.774	11.205	11.653	12.119	12.604	13.108	13.633	14.178	14.745

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Costos y gastos										
Mano de obra	6.134	6.379	6.634	6.900	7.176	7.463	7.761	8.072	8.395	8.730
Gastos de Administración	6.134	6.379	6.634	6.900	7.176	7.463	7.761	8.072	8.395	8.730
Otros	3.067	3.190	3.317	3.450	3.588	3.731	3.881	4.036	4.197	4.365
Valor total	15.335	15.948	16.586	17.249	17.939	18.657	19.403	20.179	20.987	21.826

9.5 Depreciación

La depreciación es un gasto que reconoce la pérdida de valor de un activo tangible a lo largo del tiempo, ya sea debido al desgaste, obsolescencia o el paso del tiempo. Se utiliza el método de la línea recta para conocer como se distribuye el costo al largo del tiempo.

La depreciación de los activos se realiza a 5 años, de acuerdo al decreto 2143 de 2015 emitido por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público donde establece en el artículo 2.2.3.8.5.1: “Requisitos generales para acceder al incentivo de depreciación acelerada de activos: Aquellos Generadores de Energía a partir de FNCE que realicen nuevas inversiones en maquinaria, equipos y obras civiles adquiridos y/o construidos con posterioridad a la vigencia de la Ley 1715 de 2014, exclusivamente para las etapas de pre-inversión, inversión y operación de proyectos de generación a partir de FNCE, podrán aplicar el incentivo de depreciación fiscal acelerada, de acuerdo con la técnica contable, hasta una tasa anual global del veinte por ciento (20%).

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Total Depreciación		79.689	79.689	79.689	79.689	79.689	1.217	1.217	1.217	1.217	1.217
Depreciación acumulado		79.689	159.378	239.068	318.757	398.446	399.663	400.879	402.096	403.313	404.529
Valor en Libros	398.446	318.757	239.068	159.378	79.689	6.083	4.867	3.650	2.433	1.217	7.401

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Total Depreciación	1.480	1.480	1.480	1.480	1.480	1.801	1.801	1.801	1.801	1.801
Depreciación acumulado	406.010	407.490	408.970	410.450	411.931	413.732	415.533	417.333	419.134	420.935
Valor en Libros	5.921	4.441	2.960	1.480	9.005	7.204	5.403	3.602	1.801	0

9.6 Deuda

El proyecto se espera que este apalancado en un 20% por la banca y el 80% por los inversionistas, con un plazo de 5 años y 1 año de gracia donde solo se pagarán los intereses.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
%Prestamos	20%										
%Socios	80%										
Inversion total	413.446	25.324	25.752	26.198	26.662	33.229	27.649	28.174	28.720	29.289	37.283
Prestamo	82.689										
Aporte Socios	330.757										
Acumulado de capital socios	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757
Total	413.446										
% Dividendo		0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	50%	50%	50%

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
%Prestamos										
%Socios										
Inversion total	30.499	31.141	31.811	32.508	42.239	33.990	34.777	35.598	36.452	37.341
Prestamo										
Aporte Socios										
Acumulado de capital socios	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% Dividendo	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	100%

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Servicio a la deuda						
Plazo	5					
Tasa		22,72%	22,72%	22,72%	22,72%	22,72%
Deuda	82.689					
Abono a capital		16.538	16.538	16.538	16.538	16.538
Intereses		18.787	15.030	11.272	7.515	3.757
Cuota		35.325	31.567	27.810	24.053	20.295
Saldo por pagar		66.151	49.614	33.076	16.538	0
Saldo credito	82.689	66.151	49.614	33.076	16.538	0

9.7 Estado de resultados

El estado de resultados del proyecto, donde se calcula el EBITDA , EBIT, la utilidad antes de impuestos y al final obtenemos el beneficio neto de la operación.

El beneficio de la deducción directa de la renta liquida del 50%, según el decreto 2143 de 2015, se tendrá derecho a deducir hasta el 50% del valor de las inversiones en un periodo no mayor de 15 años y en ningún caso podrá ser superior al 50% de la renta liquida, determinada antes de restar el valor de la inversión.

COP miles	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos	0	113.525	118.248	123.167	128.291	133.628	139.187	144.977	151.008	157.290	163.833
Costos y gastos	0	10.360	10.774	11.205	11.653	12.119	12.604	13.108	13.633	14.178	14.745
EBITDA	0	103.166	107.474	111.962	116.638	121.509	126.583	131.869	137.375	143.112	149.088
Total Depreciación		79.689	79.689	79.689	79.689	79.689	1.217	1.217	1.217	1.217	1.217
EBIT		23.477	27.785	32.273	36.949	41.819	125.366	130.652	136.159	141.895	147.872
Otros gastos (intereses)		18.787	15.030	11.272	7.515	3.757	0	0	0	0	0
Utilidad antes Impuestos		4.690	12.755	21.001	29.434	38.062	125.366	130.652	136.159	141.895	147.872
Beneficio Tributario ley 1715		2.345	6.378	10.500	14.717	19.031	62.683	65.326	25.743	0	0
Utilidad luego de beneficio		2.345	6.378	10.500	14.717	19.031	62.683	65.326	110.415	141.895	147.872
Impuestos		821	2.232	3.675	5.151	6.661	21.939	22.864	38.645	49.663	51.755
Utilidad Neta		3.869	10.523	17.326	24.283	31.401	103.427	107.788	97.513	92.232	96.117
% dividendo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	50%	50%	50%
Dividendo		-	-	-	-	-	-	51.713	53.894	48.757	46.116
Utilidad retenida		6.214	16.901	27.826	39.000	50.432	166.110	121.400	69.363	43.475	50.001

COP miles	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ingresos	163.833	170.649	177.748	185.142	192.844	200.866	209.222	217.926	226.991	236.434	246.270
Costos y gastos	14.745	15.335	15.948	16.586	17.249	17.939	18.657	19.403	20.179	20.987	21.826
EBITDA	149.088	155.314	161.799	168.556	175.594	182.927	190.565	198.522	206.812	215.448	224.444
Total Depreciación	1.217	1.480	1.480	1.480	1.480	1.480	1.801	1.801	1.801	1.801	1.801
EBIT	147.872	153.834	160.319	167.076	174.114	181.446	188.764	196.721	205.011	213.647	222.643
Otros gastos (intereses)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad antes Impuestos	147.872	153.834	160.319	167.076	174.114	181.446	188.764	196.721	205.011	213.647	222.643
Beneficio Tributario ley 1715	0	0	0	0	0	0					
Utilidad luego de beneficio	147.872	153.834	160.319	167.076	174.114	181.446	188.764	196.721	205.011	213.647	222.643
Impuestos	51.755	53.842	56.112	58.476	60.940	63.506	66.067	68.853	71.754	74.776	77.925
Utilidad Neta	96.117	99.992	104.207	108.599	113.174	117.940	122.697	127.869	133.257	138.870	144.718
% dividendo	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	100%
Dividendo	46.116	48.058	49.996	52.104	54.300	56.587	58.970	61.348	63.934	66.629	69.435
Utilidad retenida	50.001	51.934	54.212	56.495	58.875	61.353	63.727	66.521	69.323	72.242	75.283

9.8 Fuentes y usos

Fuentes financieras: Se refieren a las diferentes maneras en las que una empresa obtiene fondos o capital para financiar sus necesidades en todo el horizonte. Estas pueden ser internas o externas. Las fuentes internas incluyen las utilidades retenidas, es decir, las ganancias que la empresa decide reinvertir en sí misma. Las fuentes externas comprenden préstamos bancarios, emisión de bonos, emisión de acciones o inversiones de socios/accionistas.

Usos financieros: Son las formas en que una empresa utiliza los fondos obtenidos a través de sus diversas fuentes financieras. Estos usos pueden ser variados, como financiar la expansión de la empresa, comprar activos fijos (maquinaria, equipo, terrenos, etc.), pagar deudas existentes, realizar inversiones en investigación y desarrollo, pagar dividendos a los accionistas, entre otros.

COP miles	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Fuentes											
Total ingresos	-	113.525	118.248	123.167	128.291	133.628	139.187	144.977	151.008	157.290	163.833
Beneficio Tributario ley 1715	-	2.345	6.378	10.500	14.717	19.031	62.683	65.326	25.743	-	-
Aporte Socios	330.757										
Prestamo	82.689										
Total fuentes	413.446	115.870	124.626	133.668	143.008	152.659	201.870	210.303	176.751	157.290	163.833
Usos											
Costos y gastos	-	10.360	10.774	11.205	11.653	12.119	12.604	13.108	13.633	14.178	14.745
Intereses	-	18.787	15.030	11.272	7.515	3.757	-	-	-	-	-
Impuestos	-	821	2.232	3.675	5.151	6.661	21.939	22.864	38.645	49.663	51.755
Dividendos	-	-	-	-	-	-	-	51.713	53.894	48.757	46.116
Activos no corrientes	398.446	-	-	-	-	6.083	-	-	-	-	7.401
Abono a capital	-	16.538	16.538	16.538	16.538	16.538	-	-	-	-	-
Variación capital de trabajo	15.000	-	1.834	877	-	23	-	23	-	24	-
Total usos	413.446	44.671	45.451	42.668	40.834	45.136	34.520	87.662	106.148	112.574	119.993
Exceso/Déficit	-	71.199	79.175	91.000	102.174	107.523	167.350	122.641	70.603	44.716	43.840

COP miles	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Fuentes										
Total ingresos	170.649	177.748	185.142	192.844	200.866	209.222	217.926	226.991	236.434	246.270
Beneficio Tributario ley 1715	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aporte Socios										
Prestamo										
Total fuentes	170.649	177.748	185.142	192.844	200.866	209.222	217.926	226.991	236.434	246.270
Usos										
Costos y gastos	15.335	15.948	16.586	17.249	17.939	18.657	19.403	20.179	20.987	21.826
Intereses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impuestos	53.842	56.112	58.476	60.940	63.506	66.067	68.853	71.754	74.776	77.925
Dividendos	48.058	49.996	52.104	54.300	56.587	58.970	61.348	63.934	66.629	69.435
Activos no corrientes	-	-	-	-	9.005	-	-	-	-	-
Abono a capital	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Variacion capital de trabajo	- 24	- 24	- 24	- 24	- 24	- 24	- 24	- 23	- 23	- 23
Total usos	117.211	122.032	127.142	132.465	147.014	143.671	149.581	155.844	162.369	169.164
Exceso/Déficit	53.438	55.716	58.000	60.379	53.852	65.551	68.345	71.147	74.066	77.106

9.9 Caja Final

Saldo final de efectivo o liquidez que queda después de considerar todas las transacciones financieras realizadas por una entidad en un período específico.

COP miles	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Acumulado Exceso/Déficit	-	71.199	150.375	241.375	343.548	451.072	618.421	741.062	811.665	856.381	900.220
Saldo efectivo requerido en caja	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Caja Final	15.000	86.199	165.375	256.375	358.548	466.072	633.421	756.062	826.665	871.381	915.220
Caja Inicial		15.000	86.199	165.375	256.375	358.548	466.072	633.421	756.062	826.665	871.381
Incremento caja minima requerida	15.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exceso o Deficit		71.199	79.175	91.000	102.174	107.523	167.350	122.641	70.603	44.716	43.840
Caja Final	15.000	86.199	165.375	256.375	358.548	466.072	633.421	756.062	826.665	871.381	915.220

COP miles	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Acumulado Exceso/Déficit	953.658	1.009.374	1.067.373	1.127.752	1.181.605	1.247.156	1.315.501	1.386.648	1.460.714	1.537.820
Saldo efectivo requerido en caja	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Caja Final	968.658	1.024.374	1.082.373	1.142.752	1.196.605	1.262.156	1.330.501	1.401.648	1.475.714	1.552.820
Caja Inicial	915.220	968.658	1.024.374	1.082.373	1.142.752	1.196.605	1.262.156	1.330.501	1.401.648	1.475.714
Incremento caja minima requerida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Exceso o Deficit	53.438	55.716	58.000	60.379	53.852	65.551	68.345	71.147	74.066	77.106
Caja Final	968.658	1.024.374	1.082.373	1.142.752	1.196.605	1.262.156	1.330.501	1.401.648	1.475.714	1.552.820

9.10 Balance General

El balance general es una herramienta para conocer las políticas de inversión y financiación. Evaluar la solidez financiera de una empresa, su capacidad para cumplir con sus obligaciones, su eficiencia en la gestión de activos y deudas, y también proporciona información valiosa a los inversionistas, prestamistas y otros interesados en la situación financiera de la empresa.

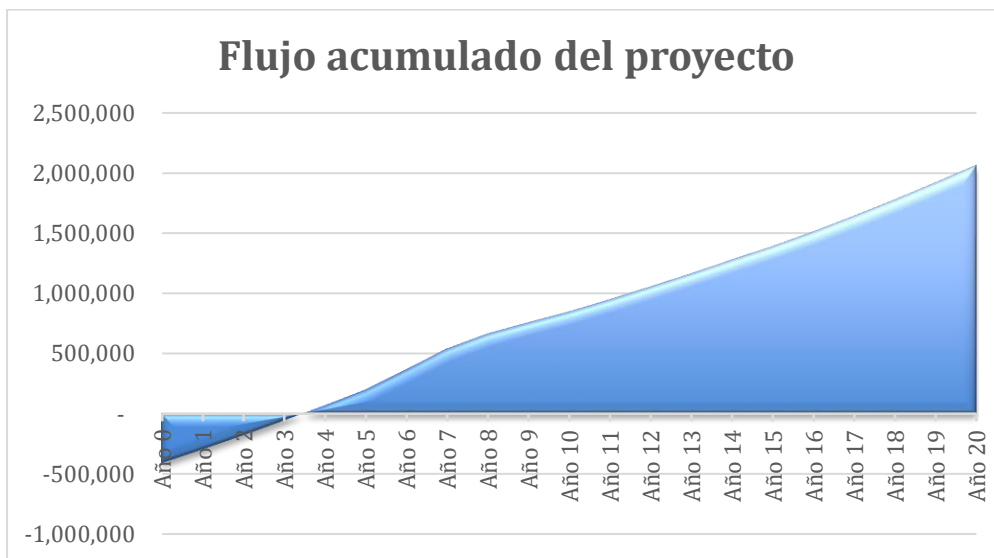
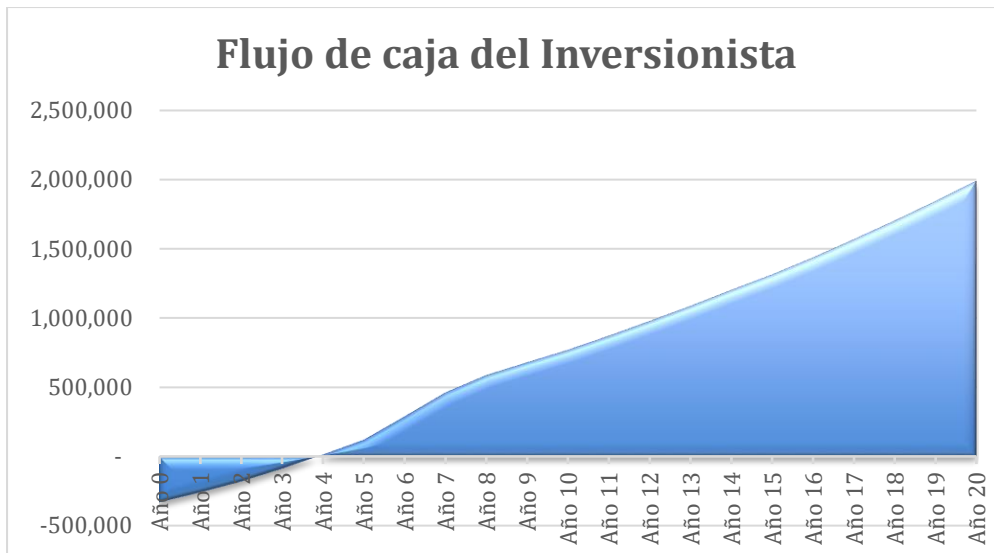
COP miles	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Caja Final	15.000	86.199	165.375	256.375	358.548	466.072	633.421	756.062	826.665	871.381	915.220
CXC (Cartera)	-	9.460	9.854	10.264	10.691	11.136	11.599	12.081	12.584	13.107	13.653
Inventarios	-	863	898	934	971	1.010	1.050	1.092	1.136	1.181	1.229
Activo corriente	15.000	96.523	176.126	267.572	370.210	478.217	646.071	769.236	840.385	885.670	930.102
Acum activos no corrientes	398.446	398.446	398.446	398.446	398.446	404.529	404.529	404.529	404.529	404.529	411.931
Depreciacion acumulado	-	79.689	159.378	239.068	318.757	398.446	399.663	400.879	402.096	403.313	404.529
Activo no corriente neto	398.446	318.757	239.068	159.378	79.689	6.083	4.867	3.650	2.433	1.217	7.401
Total Activo	413.446	415.280	415.194	426.951	449.900	484.300	650.937	772.886	842.818	886.886	937.503
CxP proveedores	-	935	901	937	974	1.013	1.054	1.096	1.140	1.185	1.233
CXP Insumos	-	11.223	10.809	11.241	11.690	12.158	12.644	13.150	13.676	14.223	14.792
Pasivo corriente	-	12.158	11.709	12.178	12.665	13.171	13.698	14.246	14.816	15.409	16.025
Saldo credito	82.689	66.151	49.614	33.076	16.538	-	-	-	-	-	-
Pasivo no corriente	82.689	66.151	49.614	33.076	16.538	-	-	-	-	-	-
Pasivo Total	82.689	78.310	61.323	45.253	29.203	13.171	13.698	14.246	14.816	15.409	16.025
Acumulado de capital socios	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757
Utilidades acumuladas	-	-	6.214	23.114	50.940	89.940	140.372	306.482	427.883	497.246	540.721
Utilidad retenida	-	6.214	16.901	27.826	39.000	50.432	166.110	121.400	69.363	43.475	50.001
Patrimonio	330.757	336.971	353.871	381.697	420.697	471.129	637.239	758.640	828.002	871.478	921.478
Total Pasivo mas Patrimonio	413.446	415.280	415.194	426.951	449.900	484.300	650.937	772.886	842.818	886.886	937.503
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

COP miles	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Caja Final	968.658	1.024.374	1.082.373	1.142.752	1.196.605	1.262.156	1.330.501	1.401.648	1.475.714	1.552.820
CXC (Cartera)	14.221	14.812	15.428	16.070	16.739	17.435	18.160	18.916	19.703	20.522
Inventarios	1.278	1.329	1.382	1.437	1.495	1.555	1.617	1.682	1.749	1.819
Activo corriente	984.157	1.040.515	1.099.184	1.160.260	1.214.838	1.281.146	1.350.278	1.422.246	1.497.166	1.575.162
Acum activos no corrientes	411.931	411.931	411.931	411.931	420.935	420.935	420.935	420.935	420.935	420.935
Depreciacion acumulado	406.010	407.490	408.970	410.450	411.931	413.732	415.533	417.333	419.134	420.935
Activo no corriente neto	5.921	4.441	2.960	1.480	9.005	7.204	5.403	3.602	1.801	-
Total Activo	990.078	1.044.956	1.102.145	1.161.740	1.223.843	1.288.350	1.355.681	1.425.848	1.498.967	1.575.162
CxP proveedores	1.282	1.333	1.387	1.442	1.500	1.560	1.622	1.687	1.754	1.825
CXP Insumos	15.384	15.999	16.639	17.305	17.997	18.717	19.466	20.244	21.054	21.896
Pasivo corriente	16.666	17.333	18.026	18.747	19.497	20.277	21.088	21.931	22.808	23.721
Saldo credito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasivo no corriente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pasivo Total	16.666	17.333	18.026	18.747	19.497	20.277	21.088	21.931	22.808	23.721
Acumulado de capital socios	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757	330.757
Utilidades acumuladas	590.721	642.655	696.866	753.362	812.236	873.590	937.316	1.003.837	1.073.159	1.145.401
Utilidad retenida	51.934	54.212	56.495	58.875	61.353	63.727	66.521	69.323	72.242	75.283
Patrimonio	973.412	1.027.623	1.084.119	1.142.993	1.204.346	1.268.073	1.334.594	1.403.916	1.476.158	1.551.441
Total Pasivo mas Patrimonio	990.078	1.044.956	1.102.145	1.161.740	1.223.843	1.288.350	1.355.681	1.425.848	1.498.967	1.575.162
Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9.11 Flujo de caja con y sin financiación.

Flujo de caja con financiación: Este enfoque del flujo de efectivo considera los ingresos y egresos generados por las actividades operativas, de inversión y de financiación. Incluye efectivamente todo el dinero que entra y sale de la empresa, incluyendo préstamos obtenidos o reembolsados, emisión o recompra de acciones, pago de dividendos, entre otros. Es más inclusivo y muestra cómo las actividades financieras afectan el flujo de efectivo total de la empresa.

Flujo de caja sin financiación: Este enfoque se centra únicamente en las actividades operativas y de inversión, excluyendo los efectos de las actividades de financiación. Se concentra en el flujo de efectivo generado o utilizado por las operaciones diarias del negocio y las inversiones en activos. Excluye préstamos, emisión de acciones, recompra de acciones u otras actividades relacionadas con la estructura de capital de la empresa.



10. Análisis de Riesgo

10.1 Identificación.

La identificación de riesgos es un proceso crucial que implica:

Análisis Exhaustivo: Revisar y analizar detalladamente todas las áreas del proyecto para identificar posibles eventos o situaciones que podrían afectar negativamente los objetivos.

Involucramiento de Partes Interesadas: Consultar a todas las partes involucradas, expertos del campo y equipos relevantes para obtener una perspectiva completa sobre posibles riesgos.

Herramientas y Técnicas: Utilizar diversas herramientas como listas de verificación, entrevistas, análisis históricos y diagramas de flujo para detectar riesgos potenciales desde múltiples ángulos.

Clasificación y Priorización: Clasificar los riesgos identificados según su impacto potencial y probabilidad de ocurrencia para priorizar la atención en aquellos más críticos.

Registro Detallado: Documentar exhaustivamente todos los riesgos identificados, incluyendo su descripción, causa, potencial de impacto, probabilidad de ocurrencia y acciones iniciales sugeridas para su gestión.

Actualización Continua: Revisar y actualizar regularmente la lista de riesgos a medida que el proyecto avanza o surgen cambios, incorporando nuevos riesgos y ajustando la evaluación de los existentes.

10.2 Análisis Cualitativos

En el ámbito del proyecto, se busca evaluar los riesgos asociados con su ejecución. Es crucial identificar estos riesgos con el fin de desarrollar planes de acción que prevengan su ocurrencia y mitiguen su impacto, especialmente en casos de riesgos con un nivel de impacto medio-alto. En cuanto a los riesgos de menor magnitud, se establece un control y monitoreo constante para asegurar que no sobrepasen los límites predefinidos, y en caso de que esto ocurra, se tomen medidas inmediatas. Este proceso se lleva a cabo a través de un análisis cualitativo, el cual ha revelado los siguientes riesgos:

Inversión	397.500.000
Bajo	< 1,5%
Medio	1,5% a 3%
Alto	3% a 5%

Muy Alto

>5%

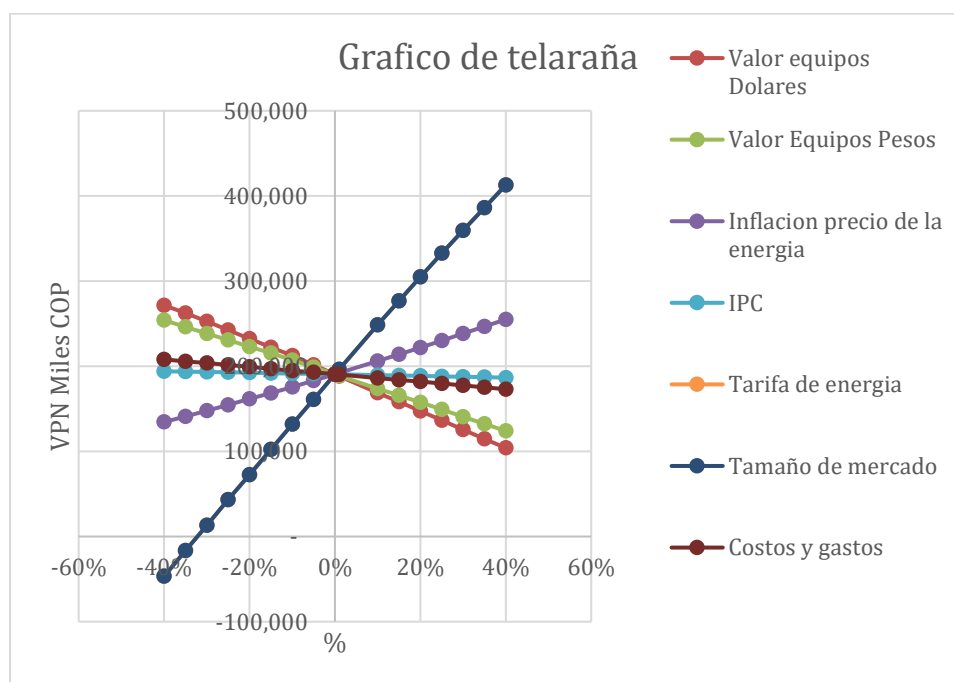
Identificador	clasificador	Riesgo	Causa	Consecuencia	Nivel de riesgo
1	Legal	Se modifique o elimine los beneficios tributarios	Nuevas políticas de recaudo de impuestos y cambie la ley 1715 de 2014	Pago de mas impuestos en los primeros años del proyecto	Alto
2		Se modifique o se elimine la excepción de IVA	Nuevas políticas de recaudo de impuestos y cambie la ley 1715 de 2014	Mayor inversión inicial	Medio
3		Se Modifique o se elimine la depreciación acelerada en este tipo de inversión	Nuevas políticas de recaudo de impuestos y cambie la ley 1715 de 2014	Se va a tener que pagar mas impuestos en los primeros años del proyecto	Bajo
4	Tecnológico	Perdida de la eficiencia de los módulos solares	Perdida de la composición del material en el cual esta construido los paneles	Menor generación de energía	Medio
5	Climáticos	Aumente el tamaño y la caída de granizo, generando microgrietas en la superficie de cristal de silicio	Cambio climático	Daño en panel solar y que debe ser reemplazado	Bajo
6	Diseño	Se generen mas KWh*día, del requerido	Diseño mal dimensionado	No se alcanza a vender todos los Kwh* año esperados	Bajo
7	Mercado	Disminución del precio de la energía por debajo del precio proyectado	Aumento de la capacidad instalada de los grandes generadores de energía del país	Se disminuye el precio de venta del kWh*mes, afecta la TIR y el VPN	Bajo
8	Instalación	El montaje y entrada en operación se demore mas del tiempo definido	Retrasos en el desarrollo y puesta a punto del sistema	No se empieza a generar energía y recaudo en el tiempo pactado con los inversionistas	Bajo
9	Mercado	El valor de la inversión aumente	Devaluación desmedida de la moneda	Aumente el costo de la inversión inicial	Medio
10	Tecnológica	Disminuya la demanda de kWh y el proyecto quede sobredimensionado	Eficiencia energética de los equipos, motores y otros	Disminuya la venta de energía esperada	Medio

10.3 Análisis Cuantitativos

El análisis de riesgo cuantitativo implica la asignación numérica de valores a los riesgos identificados, permitiendo una evaluación más precisa de su impacto financiero

10.3.1 Gráfico de Telaraña

Consiste en variar cada una de las variables, de forma independiente, que influyen sobre el modelo entre un rango porcentual razonable (para esta alternativa 40% y 40%) y analizar qué efecto tienen sobre la VPN y su resultado es:



Se observa que el valor de los equipos en dólares y en pesos tiene pendiente negativa pronunciada debido al impacto que tienen sobre el proyecto.

10.3.2 Gráfico de tornado

El gráfico de tornado consiste en variar cada una de las variables que influyen en el modelo un porcentaje determinado (1%), analizar el efecto sobre la VPN o TIR, y comparar los resultados, dando como resultado la conclusión de, que tan sensible es el proyecto por cada x% de variación en sus variables, y cuál es la que más incide.

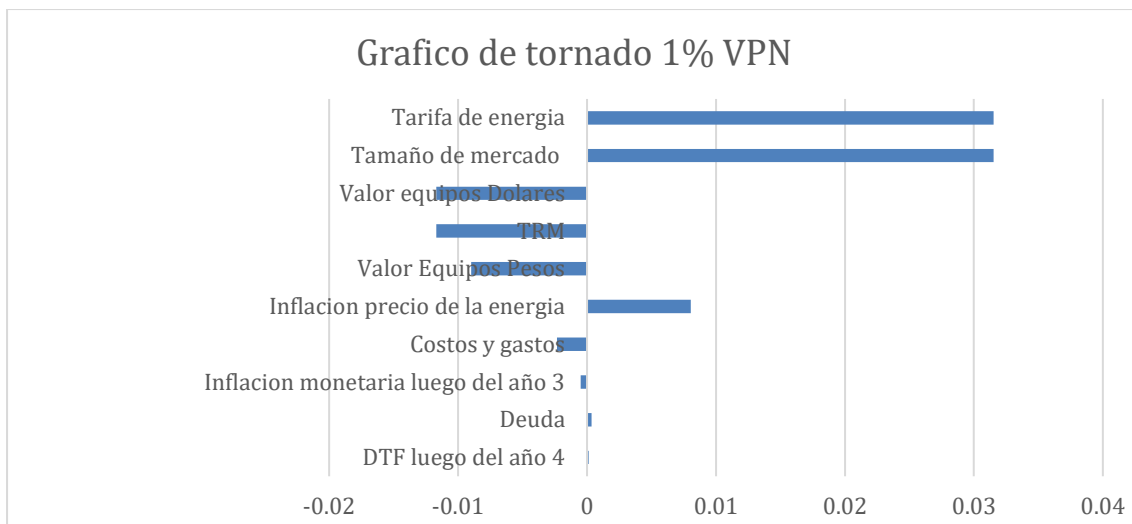


Ilustración 28 Grafico Tornado VPN

En el gráfico de tornado de la VPN, se observa que las mayores variables son la tarifa de la energía y del tamaño del mercado, al igual que la inflación del precio de la energía. El valor de los equipos y la TRM son variables que afectan el VPN del proyecto.

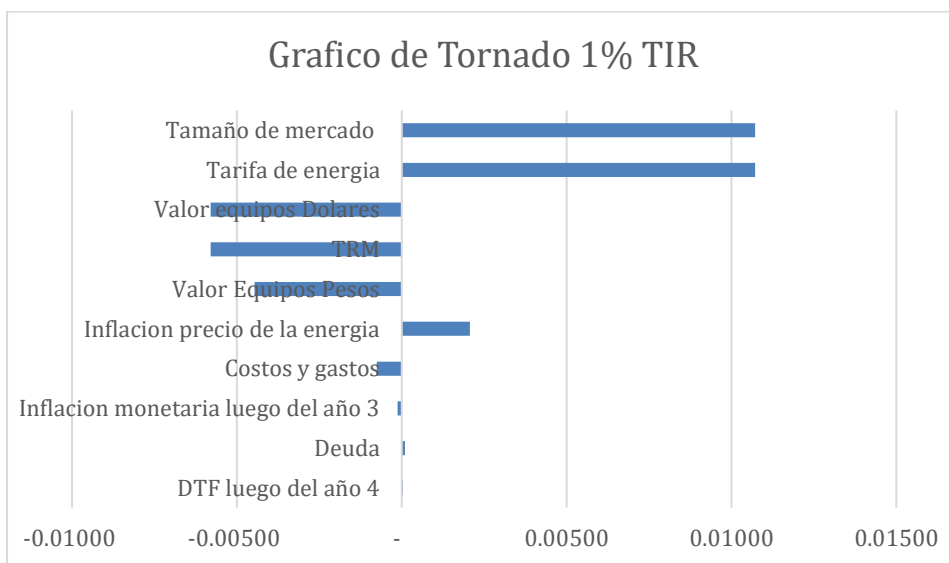


Ilustración 29 Grafico de Tornado TIR

En el grafico de tornado de la TIR, sigue mostrando igual relación con la tarifa de la energía y del tamaño del mercado y disminuye la importancia de la inflación del precio de la energía

10.3.3 Análisis Montecarlo

El análisis de Montecarlo es una técnica utilizada en la toma de decisiones y la evaluación de riesgos en la que se realizan simulaciones para comprender el impacto de la incertidumbre en modelos o sistemas complejos.

En lugar de utilizar valores fijos para variables desconocidas, el análisis de Montecarlo emplea la aleatoriedad para modelar las incertidumbres mediante la generación de múltiples simulaciones basadas en distribuciones de probabilidad. Esto permite evaluar una amplia gama de resultados posibles y calcular la probabilidad de que ocurran diferentes escenarios.

Para este Escenario se simula variables de entrada con un % de aumento o disminución del valor o condiciones entre el -5% y el 10% en la variación.

La probabilidad de éxito se determina con el 40% de probabilidad que el escenario se cumpla, un 25% de probabilidad tenga un escenario no favorable y un 35% de probabilidad que el escenario mejore.

Con este análisis tenemos que la probabilidad que la VPN>0; mayor del 95%

	Escenario Probable	no Favorable	Escenario Favorable
TRM	0%	10%	-5%
Valor equipos Dolares	0%	10%	-5%
Valor Equipos Pesos	0%	10%	-5%
Tasa de crecimiento precio de la energia	0%	-5%	5%
IPC	0%	5%	-5%
DTF	0%	5%	-5%
Renta	0%	5%	-1%
Tarifa de energia	0%	-5%	5%
Tamaño de mercado	0%	-10%	1%
Deuda	0%	-20%	5%
Tiempo deuda	0%	20%	-20%
Depreciacion	0%	20%	-20%
WACC oportunidad	0%	10%	-5%
Costos y gastos	0%	10%	-5%
VPN Proyecto	185.553	-19.839	282.396
TIR proyecto	29,60%	21,04%	33,95%
Probabilidad	40%	25%	35%

E(TIR) =	28,98%
STD(TIR) =	4,96%
RANGO =	12,91%
COEF DE VARIACIÓN =	17,10%
P(TIR>TMR)	
TMR = WACC =	20,00%
z* =	-181,27%
P(TIR>TMR) =	96,51%

10.4 Plan de respuesta al riesgo

El proceso de gestión de riesgos implica la elaboración de estrategias y la identificación de acciones destinadas a aprovechar las oportunidades y mitigar las amenazas que puedan afectar los objetivos del proyecto. Cada plan de respuesta a un riesgo debe ser adecuado para su impacto, económico al ser implementado, oportuno para ser efectivo, realista dentro del contexto del proyecto, alineado con todas las partes involucradas en el proyecto y ser supervisado por una sola persona.

Algunos riesgos se utiliza diferentes estrategias como aceptarlo, mitigarlo, evitarlo o transferirlo.

Identificador	clasificador	Riesgo	estrategia
1	Legal	Se modifique o elimine los beneficios tributarios	Aceptar
2		Se modifique o se elimine la excepción de IVA	Aceptar
3		Se Modifique o se elimine la depreciación acelerada en este tipo de inversión	Aceptar
4	Tecnológico	Perdida de la eficiencia de los módulos solares	Mitigar
5	Climáticos	Aumente el tamaño y la caída de granizo, generando microgrietas en la superficie de cristal de silicio	Evitar
6	Diseño	Se generen mas KWh*día, del requerido	Mitigar
7	Mercado	Disminución del precio de la energía por debajo del precio proyectado	Mitigar
8	Instalación	El montaje y entrada en operación se demore mas del tiempo definido	Mitigar
9	Mercado	El valor de la inversión aumente	Transferir
10	Tecnológica	Disminuya la demanda de kWh y el proyecto quede sobredimensionado	Mitigar

Tabla 13 Estrategia del riesgo

10.5 Implementación (ejecución del plan)

La implementación de controles potenciales para poder tener los riesgos controlados o dentro de los rangos definidos, para que el proyecto sea viable y sostenible en el tiempo.

Identificador	clasificador	Riesgo	Lista de medidas/controles potenciales
1	Legal	Se modifique o elimine los beneficios tributarios	Promoción de acuerdos internacionales para beneficios de energías renovables
2		Se modifique o se elimine la excepción de IVA	
3		Se Modifique o se elimine la depreciación acelerada en este tipo de inversión	
4	Tecnológico	Perdida de la eficiencia de los módulos solares	Mantenimiento de los equipos, para aumentar su vida útil
5	Climáticos	Aumente el tamaño y la caída de granizo, generando microgrietas en la superficie de cristal de silicio	Paneles Solares con certificación IEC61215
6	Diseño	Se generen mas kWh*día, del requerido	Rigurosidad en los procedimiento de diseño
7	Mercado	Disminución del precio de la energía por debajo del precio proyectado	Hacer un estudio de mercado y ser austeros en la proyección del valor del kWh
8	Instalación	El montaje y entrada en operación se demore mas del tiempo definido	Establecer procedimientos/ Gestión de los agentes externos como el operador de la red y el RETIE
9	Mercado	El valor de la inversión aumente	Contrato Forward, para la compra de divisa
10	Tecnológica	Disminuya la demanda de kWh y el proyecto quede sobredimensionado	Hacer un estudio de mercado y ser austeros en la proyección del valor del kWh

Tabla 14 Controles potenciales de los riesgos

10.6 Seguimiento y control

implica supervisar de cerca y administrar activamente los riesgos identificados a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esto incluye monitorear la efectividad de las estrategias de respuesta

al riesgo, evaluar nuevos riesgos que puedan surgir y ajustar las estrategias si es necesario. Además, implica mantener registros actualizados de los riesgos, su estado y las acciones tomadas para gestionarlos, garantizando así que el proyecto se mantenga en camino hacia sus objetivos a pesar de las posibles contingencias.

el seguimiento y control de riesgos es un proceso continuo que implica:

Monitoreo Constante: Supervisar activamente los riesgos identificados a lo largo del proyecto para evaluar su evolución, su impacto y la efectividad de las respuestas implementadas.

Evaluación de Estrategias: Revisar y evaluar regularmente las estrategias de respuesta al riesgo para asegurarse de que sean adecuadas y estén funcionando según lo planeado.

Identificación de Nuevos Riesgos: Estar atento a la posible aparición de nuevos riesgos durante el desarrollo del proyecto y documentarlos adecuadamente para tomar medidas preventivas o correctivas.

Ajustes en Tiempo Real: Realizar ajustes en las estrategias de respuesta si se identifican cambios significativos en el riesgo o si las condiciones del proyecto cambian.

Registro y Documentación: Mantener registros detallados y actualizados de los riesgos, sus estados, las acciones tomadas y los responsables de su gestión para una referencia y revisión continua.

Comunicación y Reporte: Comunicar de manera efectiva y oportuna cualquier cambio relevante en el riesgo a todas las partes interesadas y elaborar informes periódicos sobre el estado general de los riesgos del proyecto.

Para el proyecto estudiado, se debe realizar monitoreo de las políticas del gobierno en la disminución o eliminación de los incentivos tributarios, al igual que el precio de la energía del mercado del área metropolitana, se debe evaluar el modelo financiero y conocer el impacto que este tiene al proyecto.

11. Conclusiones

- En la evaluación financiera de proyecto que se va a realizar, se evidencia que el proyecto es llamativo a los inversionistas y a los usuarios finales, ya que se reduce el costo del valor de la energía, se reduce la huella de carbono, TIR=30% del proyecto que es superior al WACC=20% del inversionista.
- Los beneficios tributarios que tiene este tipo de proyectos es parte fundamental, para que los resultados de los análisis sean positivos, ya que si estos no existieran la TIR y la VPN no fueran tan altos y el Payback.
- El cliente obtiene unos beneficios económicos importantes por los 177.828 kWh/años generados por el sistema solar; mejorando su tarifa por kWh de 760 COP a una tarifa de 608 COP, esto representa ahorros de 859.311.000 COP durante los 20 años de vigencia del acuerdo.
- Poder conocer todo el entorno del proyecto es pieza fundamental en la evaluación financiera ya que estos son los datos de entrada del modelo financiero, al realizar un estudio a nivel de factibilidad, vamos a tener menos incertidumbre en el proyecto.
- Recomendamos seguir con el estudio de factibilidad, haciendo énfasis en los estudios ambiental, de mercado y regulatorio.

Referencias

- appa renovables. (2023). *¿Qué es la energía fotovoltaica?* <https://www.appa.es/appa-fotovoltaica/que-es-la-energia-fotovoltaica/>.
- Autosolar. (2023). *Inversores solares*. <https://autosolar.co/inversores-solares>.
- Banco de la Republica Colombia. (2023). *Tasas de interés de política monetaria*. <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/tasas-interes-politica-monetaria>.
- Banco de la Republica de Colombia. (2023). *Tasa Representativa del Mercado (TRM - Peso por dólar)*. <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm>.
- Camacol. (2022). *TENDENCIA DE LOS INDICADORES LÍDERES DE VIVIENDA*.
- CREG. (2023, January 6). *Historia en Colombia*. <https://creg.gov.co/publicaciones/7818/historia-en-colombia/>.
- DANE. (2023a). *PIB*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/pib-informacion-tecnica>.
- DANE. (2023b, October). *IPC*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-lpc/lpc-historico>.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2014). *Ley 1715 de 2014*. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=57353
- Ineldec. (2023). *¿DE QUÉ ESTÁN HECHOS LOS PANELES SOLARES?* <https://ineldec.com/de-que-están-hechos-los-paneles-solares-fotovoltaicos/>.
- La Lonja. (2016). *Medellín pasó de los 1.300 edificios de gran altura*. <https://www.lonja.org.co/medellin-paso-de-los-1-300-edificios-de-gran-altura/>.
- Naciones Unidas. (2023). *El estilo de vida de hoy en día es insostenible*. <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures>.
- UPME. (2023). *PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y POTENCIA MÁXIMA 2023-2037 Subdirección de Demanda*. [https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia#:~:text=El%20crecimiento%20anual%20de%20la,pandemia%20\(%2D6%2C42%25\)](https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia#:~:text=El%20crecimiento%20anual%20de%20la,pandemia%20(%2D6%2C42%25)).
- XM. (2023). *Comunicados XM*. <https://www.xm.com.co/sala-de-prensa/comunicados>.