

Análisis De Costos del Sistema Fotovoltaico Propuesto para la Comunidad "Coexistiendo con el
Cónдор" en el Páramo del Almorzadero, Cerrito, Santander

Diego Alejandro Pérez Pérez, Yorman Andrey Güiza Mosquera

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Bucaramanga

2025

Tabla de Contenido

Introducción	4
1. Análisis De Costos del Sistema Fotovoltaico Propuesto	5
1.1 Capex	6
1.2 Opex	7
2 Análisis de Viabilidad Económica.....	8
3. Costo por Kwp Instalado	10

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Capex</i>	6
Tabla 2 <i>Opex</i>	7
Tabla 3 Tabla de generación	9

Introducción

El presente apéndice tiene como propósito detallar el análisis económico del sistema fotovoltaico diseñado para la comunidad “Coexistiendo con el Cóndor”. Este análisis permite evaluar la viabilidad financiera del proyecto mediante la estimación de los costos asociados a su implementación y operación a lo largo de su vida útil. Se consideran todos los elementos que componen el sistema, incluyendo equipos principales como paneles solares, inversor, banco de baterías, estructuras, protecciones eléctricas, así como costos de transporte, instalación y mantenimiento.

La información presentada abarca tanto el CAPEX (gasto de inversión inicial) como el OPEX (costos de operación y mantenimiento durante 20 años), con el fin de obtener una visión integral del costo total del sistema. Además, se calcula el costo por kWh generado y el costo por kWp instalado, indicadores clave para determinar la rentabilidad y competitividad de la solución frente a otras alternativas energéticas.

1. Análisis De Costos del Sistema Fotovoltaico Propuesto

Para evaluar la viabilidad de la solución propuesta, es fundamental realizar un análisis económico detallado del sistema fotovoltaico diseñado. Este análisis permite estimar el costo total de implementación, incluyendo los equipos principales, accesorios, materiales auxiliares, mano de obra, transporte e instalación. Además, facilita la comparación con otras alternativas energéticas y ayuda a proyectar el retorno de inversión en términos de ahorro energético a lo largo del tiempo.

A continuación, se presenta la tabla con los accesorios y componentes que conforman el sistema fotovoltaico propuesto, junto con el valor unitario de cada uno, lo que permitirá obtener una visión clara del costo total de la solución implementada.

Tabla 1*Capex*

ACCESORIOS SISTEMA FOTOVOLTAICO						
ITEM	ACCESORIOS	CANTIDAD	DESCRIPCION	POTENCIA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
ACCESORIOS DC						
1	inversor hibrido	1	inversor must 3000w	3000 w	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
2	paneles solares	4	panel monocristalino trina solar	615 w	\$ 400.000,00	\$ 1.600.000,00
3	dps dc	1	200vdc tipo 2		\$ 80.000,00	\$ 80.000,00
4	fusibles	2	fusible dc 40A		\$ 20.000,00	\$ 40.000,00
5	portafusibles	2			\$ 15.000,00	\$ 30.000,00
6	baterias	8	bateria de gel 12v 300Ah		\$ 1.800.000,00	\$ 14.400.000,00
7	cable solar string	20	cable 6mm²2 fotovoltaico		\$ 8.000,00	\$ 160.000,00
8	cable banco de baterias - invers	8	cable # 2 AWG		\$ 25.000,00	\$ 200.000,00
9	tablero de sobreponer	1	tablero 6 puestos riel		\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
10	accesorios instalacion	1	(tuberia, chazos, amarres)		\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00
11	estructura	1	estructura tipo piso 4 paneles		\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
			TOTAL			\$ 21.570.000,00
ACCESORIOS AC						
1	cable	30	cable #8 AWG		\$ 7.000,00	\$ 210.000,00
2	protecciones ac	1	termomagnetico 2x40		\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
3	tablero de sobreponer	1	tablero de 4 puestos riel		\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
4	interruptor diferencial	1	diferencial de 40A		\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
			TOTAL			\$ 370.000,00
CONSTRUCCION						
1	mano de obra	1	levantamiento y puesta en marcha		\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
2	transporte	1	transporte de materiales		\$ 1.000.000,00	\$ 1.000.000,00
			TOTAL			\$ 3.000.000,00
VALOR TOTAL DEL PROYECTO						\$ 24.940.000,00

1.1 Capex

Representa la inversión inicial requerida para implementar el sistema fotovoltaico propuesto. Este valor incluye la adquisición de los paneles solares, inversor, banco de baterías, estructura de soporte, protecciones, cableado, accesorios eléctricos, transporte e instalación. La suma total de estos elementos asciende a \$24.940.000 COP, valor que corresponde al desembolso necesario para dejar el sistema completamente funcional y en operación desde su instalación inicial.

1.2 Opex

La evaluación del OPEX (gastos operativos) es esencial para proyectar los costos asociados al mantenimiento y funcionamiento del sistema fotovoltaico durante su vida útil. Este proyecto ha sido diseñado para operar durante un periodo estimado de 20 años, tiempo en el cual se contemplan labores de limpieza anual de los módulos fotovoltaicos, revisiones periódicas de los componentes eléctricos y reemplazo del banco de baterías cada seis años, teniendo en cuenta su vida útil promedio bajo condiciones normales de operación.

Tabla 2

Opex

OPEX						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PERIODO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	DURANTE 20 AÑOS
1	Mantenimientos	2	año	\$ 100.000,00	\$ 200.000,00	\$ 4.000.000,00
2	banco de baterías	1	6 años	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 43.200.000,00
			TOTAL			\$ 47.200.000,00

Con base en estos criterios, se ha estimado que el costo total de operación y mantenimiento del sistema durante los 20 años de funcionamiento asciende a \$47.200.000 COP. Esta cifra representa la inversión necesaria para garantizar el correcto desempeño del sistema a lo largo del tiempo y preservar su capacidad de abastecimiento energético para los hogares beneficiarios.

2 Análisis de Viabilidad Económica

Con el propósito de determinar la viabilidad económica de la solución fotovoltaica propuesta, se realiza un análisis del costo por cada kilovatio-hora (kWh) generado a lo largo de la vida útil proyectada del sistema, estimada en 20 años. Este análisis se basa en los costos totales de inversión (CAPEX) y operación (OPEX), así como en la energía que se espera generar durante dicho periodo. A continuación, se presentan los cálculos detallados utilizados para establecer el valor nivelado del kWh generado por el sistema.

- Costo total del sistema (CAPEX + OPEX):

$$24.940.000 + 47.200.000 = \$72.140.000$$

Generación de energía a lo largo de 20 años:

Tabla 3

Tabla de generación

GENERACION MENSUAL (KWH)	GENERACION ANUAL (KWH)	GENERACION 20 AÑOS (KWH)
170	2.040	40.800

Basados en la información anterior se calcula el valor del kwh generado por el sistema durante los 20 años de generación.

Costo del kWh generado:

$$\frac{72.140.000 \text{ COP}}{40.800 \text{ kWh}} \approx \$1.768 \text{ COP/kWh}$$

El análisis económico realizado demuestra que el costo nivelado de la energía generada por el sistema fotovoltaico propuesto es de aproximadamente **\$1.768 COP** por kWh, valor que se mantendrá estable durante los 20 años de vida útil del proyecto. Esta estabilidad contrasta con la volatilidad de las tarifas convencionales y garantiza un ahorro progresivo para la comunidad. Además, se confirma la viabilidad financiera de la solución frente al costo de conexión a la red o el uso de alternativas más contaminantes como plantas diésel.

Desde una perspectiva social y ambiental, el proyecto representa un avance significativo para la comunidad “Coexistiendo con el Cóndor”, permitiendo acceso a energía confiable sin comprometer el ecosistema del páramo. La disponibilidad de electricidad mejora la conservación

de alimentos, la comunicación, la educación y las condiciones de habitabilidad, especialmente para el desarrollo del ecoturismo. Esto marca un paso firme hacia la equidad energética, el arraigo territorial y el fortalecimiento de economías rurales sostenibles.

3. Costo por KwP Instalado

Una de las métricas clave para evaluar el costo y la eficiencia de un sistema fotovoltaico es el valor por kilovatio pico (kWp) instalado. Esta relación permite conocer cuánto representa económicamente cada unidad de potencia instalada, tomando como base la inversión inicial del proyecto. A continuación, se presenta el cálculo correspondiente, considerando una capacidad total instalada de 2.46 kWp con cuatro paneles solares de 615 W y una inversión inicial de \$24.940.000.

$$\text{Costo por kWp} = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Potencia Instalada}} = \frac{24.940.000}{2,46} \approx \$10.138.211 \text{ COP/kWp}$$

El resultado obtenido del análisis muestra un costo aproximado de \$10.140.650 COP por kWp instalado, lo cual se encuentra dentro de los márgenes aceptables para proyectos aislados en zonas rurales de difícil acceso. Esta cifra refleja tanto la calidad de los equipos seleccionados como los desafíos logísticos asociados a la implementación en áreas remotas, y valida la decisión de optar por una solución distribuida y autosostenible para suplir las necesidades energéticas de la comunidad.