

ALTERNATIVA PARA OBTENER ELEMENTOS FUNDAMENTALES Y PRESUPUESTO NECESARIO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, CONTRIBUYENDO AL MEJORAMIENTO ENERGÉTICO Y DEL ECOSISTEMA

ALTERNATIVE TO OBTAIN FUNDAMENTAL ELEMENTS AND NECESSARY BUDGET OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM, CONTRIBUTING TO ENERGY AND ECOSYSTEM IMPROVEMENT

Antonio M. Quintana Hernández^{1*}, Noel Caridad Bruguera Amarán², Pedro Pérez Roig³

¹Unidad Empresarial de Base Mayorista de Medicamentos, Departamento de Energía, Pinar del Río, Cuba (e-mail):

tony@pri.emcomed.cu CP 20100. <https://orcid.org/0009-0007-0887-3673>

²Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA, Departamento de Investigaciones, Pinar del Río, Cuba (e-mail):

noel@ecovida.cu <https://orcid.org/0000-0003-4084-2803>

³Empresa de Componentes Electrónicos Ernesto Che Guevara, Departamento de investigación y desarrollo, Pinar del Río, Cuba
(e-mail): peyi@cce.cu

*Autor para la correspondencia (e-mail): tony@pri.emcomed.cu

Recibido para su publicación: 14/12/2023 - Aceptado para su publicación: 18/03/2024

Resumen

Se realizó método alternativo con el objetivo de elaborar una herramienta para calcular el presupuesto necesario en la implementación de un sistema fotovoltaico, sin la necesidad de solicitar un proyecto que implicaría gastos a la entidad en su elaboración. Está encaminado a dar respuesta a la problemática actual, al no poder realizarse por la propia entidad los cálculos de elementos y presupuesto necesario para instalar un sistema fotovoltaico al no contar con personal especializado en la materia. La implementación del sistema fotovoltaico también garantiza cierta independencia energética de la red eléctrica nacional, aportando de este modo ahorro energético y mejoras al ecosistema. Se muestran los cálculos y las operaciones técnicas esenciales para obtener los elementos fundamentales y presupuesto de instalación del sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica nacional a partir de análisis deductivos inductivos. Está determinado el ahorro de combustibles fósil y su impacto ambiental. Además, incluye el posible presupuesto de gastos de su instalación, los análisis energéticos y económicos en su implementación. Se revelan las results deseables, encaminadas a lograr independencia energética y elevar eficiencia en los indicadores energéticos, aportando beneficios económicos, sociales y medioambientales.

Palabras claves: ecosistema; eficiencia; energía; independencia; método; renovable; Sol.

Abstract

An alternative method was carried out with the objective of developing a tool to calculate the budget necessary for the implementation of a photovoltaic system for energy sustainability and thereby improving the environment, contributing to decision-making in the use of renewable sources. of energy, without the need to request a project that would involve expenses for the entity in its preparation. It is aimed at responding to the current problem, since the entity itself cannot carry out the calculations of elements and budget necessary to install a photovoltaic system as it does not have specialized personnel in the matter. The implementation of the photovoltaic system also guarantees a certain energy independence from the national electrical grid, thus providing energy savings and improvements to the ecosystem. The calculations and essential technical operations are shown to obtain the fundamental elements and installation budget of the photovoltaic system connected to the national electrical grid based on deductive inductive analyses. The savings of fossil fuels and their environmental impact are determined. In addition, it includes the possible expense budget for your installation, the energy and economic analyzes of its implementation. The desirable results are revealed, aimed at achieving energy independence and increasing efficiency in energy indicators, providing economic, social and environmental benefits.

Key words: ecosystem; efficiency; energy; independence; method; renewable; Sun.

INTRODUCCIÓN

En el trabajo proponemos una alternativa práctica de obtención de los elementos y parámetros fundamentales necesarios para la realización de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica nacional (SFVCR) sobre espacios techados y conformar el presupuesto necesario para su ejecución. La problemática a solucionar con este trabajo está en la falta de personal con conocimientos y preparación sobre el tema en la mayoría de los centros de trabajos. El objetivo es contribuir con la alternativa a la toma de decisión por parte de la administración para lograr ahorro energético y mejoras en sus indicadores con un impacto favorable en el ecosistema, incentivando el uso y desarrollo de las fuentes renovables de energía.

Las formas y métodos para el cálculo de un sistema fotovoltaico están bastante generalizados y realizados en diferentes aplicaciones informáticas. A continuación, mostramos algunos de las herramientas más ajustados al tema:

Excel es una herramienta potente para realizar cálculos de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red. Esta herramienta puede ayudar a los usuarios a calcular el tamaño de la instalación, la cantidad de paneles solares que se necesitan, la cantidad de energía que se generará y el costo total de la instalación. Plantilla Excel para cálculo de instalación fotovoltaica (<https://todoplantillasexcel.com/hogar/instalacion-fotovoltaica-conectada-red/>).

Un buen presupuesto te ayudará a determinar cuántas placas solares necesitas, cuánta energía puedes producir y cuánto costará la instalación. Además, te permitirá comparar diferentes opciones de financiamiento y encontrar la solución que mejor se adapte a tus necesidades. En este artículo, te presentamos seis pasos importantes para hacer un buen presupuesto para la instalación de paneles solares (<https://ecosiglos.com/presupuesto-para-placas-solares/>).

Según (CARBONELL, 2023). Para calcular la instalación de placas solares se debe tomar en cuenta los costes de los equipos que se van a requerir, así mismo también la mano de obra especializada, es decir, el instalador que va a realizar el trabajo. Mayormente cuando una persona está interesada en instalar sistemas fotovoltaicos en el hogar y quiere solicitar presupuestos, se le hace difícil saber por dónde empezar. Pasos para el cálculo de una instalación fotovoltaica en hogares.

La energía solar es una excelente alternativa para reducir tu consumo de energía eléctrica y minimizar el impacto ambiental. Sin embargo, instalar un sistema de paneles solares puede ser costoso, y es importante hacer un presupuesto para placas solares cuidadoso antes de tomar la decisión final. Procedimiento para instalación de un sistema fotovoltaico sobre techos en la corporación cuba ron s.a, artículo publicado en enero 2017 por la revista centro azúcar. (<http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v44n1/caz08117>).

Utilizando las distintas herramientas que existen puede lograrse el cálculo de un sistema fotovoltaico. Unas necesitan más conocimientos profesionales que otras, algunas no se ajustan a la medida del objetivo a cumplir y otras simplemente no proceden para aplicarlas aquí. Por tal razón no todas están al alcance de los conocimientos profesionales necesarios y otras no se ajustan a las características del proyecto a realizar, ni a la realidad. Además, ninguna incluye los gastos incurridos en la contratación para su implementación hasta su puesta en marcha. En el cumplimiento del objetivo de este trabajo, lo primero a lograr es minimizar su complejidad para lograr que esté al alcance de personal no especializado.

Después de los análisis realizados sobre la problemática y sus posibles soluciones es concluyente que si se utiliza la alternativa propuesta incrementarían las posibilidades en el personal de las áreas energéticas para la realización

de un informe proyecto sobre el sistema fotovoltaico necesario con su correspondiente presupuesto general y su estado de resultados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica nacional (SFVCR) se han generalizado y son de gran utilidad en su aplicación. Actualmente un desarrollo sostenible debe de estar dirigido al progreso tecnológico de forma integradora y la utilización cada vez más generalizadas de las fuentes renovables de energía (FRE).

Para la obtención de los elementos y parámetros fundamentales necesarios en la realización de un SFVCR del sistema eléctrico nacional (SEN) y elaboración de su presupuesto, aporte energético, económico, financiero y medio ambiental. Se ha elaborado una metodología para obtener una propuesta lo más análoga posible. Esta metodología se ha estructurado en tres etapas dispuesta sucesivamente.

Método práctico (alternativa) para obtener los elementos, parámetros fundamentales y presupuesto necesario para la proyección de un SFVCR del SEN sobre parte techada.

Etapas:

- I. Definir entes fundamentales para acometer la tarea.
 - Establecer acciones de mejoras energéticas necesarias con su valoración.
 - Elaboración de la carga eléctrica de la entidad.
 - Selección de los elementos tecnológicos fundamentales que conforman el sistema fotovoltaico disponibles en el mercado con sus características técnicas correspondientes.
 - Obtener los datos esenciales para los cálculos necesarios del sistema fotovoltaico, económicos, financieros, energéticos y medio ambientales.
- II. Calcular el SFVCR y su correspondiente presupuesto.
 - Cálculo de los elementos necesarios que conforman el SFVCR.
 - Ubicación del SFVCR
 - Obtención del presupuesto general necesario para su ejecución.
- III. Valoración económica, medioambiental y resultados.
 - Cálculo de la valoración económica y medio ambiental.
 - Reseñar los posibles resultados en su aplicación.

Para la aplicación de este método se obtuvieron datos generales basados en distintas tareas técnicas en la implementación de proyectos de sistemas fotovoltaicos realizados por el área de investigación y desarrollo de la Empresa de Componentes Electrónicos (CCE), "ERNESTO CHE GUEVARA" en Pinar del Río de los siguientes centros: Fábrica de Ron en Pinar del Río (4 naves), Empresa Avícola 28 de Enero Consolación del Sur, la unidad empresarial de base (UEB) Industria y distribución empresa pesca de Pinar del Río. Las tareas técnicas seleccionadas fueron de diferentes cantidades de paneles fotovoltaicos a instalar desde 48 hasta 1716 (48;54;100;160;312;1716) para

diversificar el campo de trabajo y hacerlo más integrador. También está incluida la tarea técnica de la unidad empresarial de base mayorista de medicamentos (UEBMM) Pinar del Río con su proyecto ejecutivo realizado por la empresa GÉNESIS para un sistema con 400 paneles fotovoltaicos. Se ajustaron a las condiciones actuales y se adquirieron además otros datos imprescindibles para la elaboración de todos los resultados necesarios para los diferentes cálculos a realizar.

Los presupuestos adquiridos a partir de las tareas técnicas (7) y el proyecto ejecutivo de la UEBMM Pinar del Río fueron divididos en tres partes para su análisis:

- 1) Componentes individuales fundamentales del sistema fotovoltaico que remueven con mayor magnitud el costo (paneles fotovoltaicos, inversores, estructura de soporte de paneles fotovoltaicos, equipo para la monitorización, Transformador trifásico seco de 400 V/220 V y control de inversores de SMA en plantas fotovoltaicas.
- 2) Conjunto de elementos y accesorios eléctricos, electrónicos y mecánicos para la confección del sistema (Miscelánea); Breaker monofásico doble polo, Breaker trifásico, Supresores de línea, gabinetes de CD y AC, canaletas, manguera corrugada, bridas plásticas, cable para aterramiento, Terminar redondo de Cu para aterramiento, Conector perno partido de cobre para aterramiento, Cable Fotovoltaico CD 8 AWG, Cable Eléctrico ROYAL CORD 8AWG 3 vías. Se obtuvo el valor promedio de costo unitario por kWp de la miscelánea (\$/kWp).
- 3) Acciones técnicas para su implementación, Estudio preliminar, tarea técnica, levantamiento arquitectónico, esquemas generales arquitectónico y eléctrico, proyecto ejecutivo y el servicio de instalación, montaje y puesta en marcha.

En el estudio y análisis realizado a todas las tareas técnicas y al proyecto ejecutivo de la UEBMM Pinar del Río, se aprecia de forma evidente que: a mayor potencial del sistema fotovoltaica a instalar, mayor será la complejidad del trabajo a realizar, el tiempo a utilizar y por consiguiente el costo de la misma. Podemos decir que existe proporción directa entre el potencial fotovoltaico y estos elementos. Tomando como premisa este comportamiento, se realizó análisis y estudio de las resoluciones que se utilizan en la elaboración del presupuesto por la ECC Pinar del Río (Resolución Nro. 1 del 2021, listado de precios de los productos y servicios ofertados por la empresa) y la empresa GENESIS (Instrucción 7/2005 del Ministerio de finanzas y precios que establece la metodología para la formación de las tarifas.

Como resultado del trabajo precedente se determinaron valores promedios referidos al potencial a instalar, valores por rangos, valores por unidad y fórmulas. Todo conforme a lo legislado con el propósito de poder elaborar una alternativa general para el cálculo del presupuesto necesario lo más cercano posible a la realidad. A partir de estos análisis y estudios realizados a las distintas tareas técnicas y documentos normativos para conformar una alternativa de cálculo del presupuesto, se determinaron los datos, fórmulas necesarias para los cálculos y dos tablas base para el cálculo y conformación del presupuesto.

Datos para cálculos de los distintos importes:

Precio en CUP y USD de los componentes fundamentales y otros componentes (miscelánea) del SFVCR; módulo fotovoltaico (4810.35 CUP y 200 USD), Inversor eléctrico (172 800,00 CUP y 6 600,00 USD), Mesas soporte paneles fotovoltaicos (5 760,00 CUP y 200,00 USD), Monitor de sistema fotovoltaico (43 200,00 CUP y 1 500,00

USD), Transformador trifásico 400 a 220 V (49 920,00 CUP y 1 600,00 USD). La miscelánea, su precio es por cada kWp a instalar (28 338,57 CUP y 908,29 USD).

Costo en CUP de la tarea técnica según kWp a instalar; Hasta 70 kW (70 000,00), de 71 a 150 kW (90 000,00), más de 150 kW (130 000,00).

Costo en CUP por cada hora (h) de trabajo en las tareas del proyecto ejecutivo; Levantamiento arquitectónico (145,83), esquemas generales arquitectónicos (145,83), esquemas generales eléctricos (145,83).

Costo en CUP del proyecto ejecutivo (CP_e) aplicando la siguiente fórmula según el valor de presupuesto de equipos y servicios (V) calculado en la tabla base en CUP del presupuesto;

$$CPe = \frac{1,1 * V * \left(12,78 * \left(\frac{V}{1000}\right)^{-0,16}\right)}{100}$$

Donde:

V= Presupuesto de equipos y servicios.

Costo en CUP de los servicios constructivos para el montaje del SFVCR (materiales-mano de obra-equipos), según kWp a instalar; Hasta 100 kWp (2 600 000,00), de 101 a 150 kWp (4 000 000,00), de 151 a 200 kWp (5 300 000,00), más de 200 kWp (7 500 000,00).

Costo en CUP de la instalación, asesoramiento, supervisión y puesta en marcha del SFVCR por cada kWp a instalar (7 500,00).

Otros datos complementarios para cálculos.

Tiempo en horas para realizar las tareas del proyecto ejecutivo según kWp a instalar; Levantamiento arquitectónico; hasta 100 kWp, horas (35). De 101 a 150 kWp, horas (60). De 151 a 200 kWp, horas (90). Más de 200 kWp, horas (120).

Esquemas generales arquitectónicos; hasta 100 kWp, horas (70). De 101 a 150 kWp, horas (113). De 151 a 200 kWp, horas (160). Más de 200 kWp, horas (210).

Esquemas generales eléctricos; hasta 100 kWp, horas (50). De 101 a 150 kWp, horas (83). De 151 a 200 kWp, horas (120). Más de 200 kWp, horas (160).

Demostración del método práctico para obtener los elementos, parámetros fundamentales y presupuesto necesario para la proyección de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica nacional, utilizando las características correspondientes a la UEBMM Pinar del Río.

Etapas I. Definir entes fundamentales para acometer la tarea

- Acciones de mejoras energéticas necesarias con su valoración para la implementación del sistema fotovoltaico.

Es fundamental en una instalación eléctrica aplicar las acciones necesarias para lograr que la estructura del sistema eléctrico de alimentación a todas las áreas esté en óptimas condiciones con su debido aterramiento y que el funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos conectados que conforman su carga sean lo más eficiente posible, disminuyendo precisamente la cantidad de energía a consumir con el mínimo de pérdidas posible. Logrando

así optimizar el trabajo del sistema fotovoltaico a instalar. Este punto es esencial y es el primer paso antes de conformar el levantamiento de carga de la entidad. La entidad aplica las mejoras necesarias y realiza la valoración a partir de los resultados.

- Elaboración de la carga eléctrica de la entidad.

En la tabla 1, se muestra el levantamiento de la carga eléctrica y su consumo diario. Este consumo se calcula por el producto de sus columnas y se aplica al consumo total resultante un factor de simultaneada del 80% (cantidad de equipos trabajando al unísono) para acercarlo al valor real de su comportamiento. Puede hacerse estudio sobre el comportamiento real diario del consumo de la carga eléctrica del centro durante un período y trabajar los cálculos sobre este valor.

Tabla 1. Levantamiento de carga eléctrica UEB. MM. Pinar del Río
Table 1. UEBMM Pinar del Río electrical load survey

Equipos	Potencia (kW)	Cantidad (u)	Tiempo (h)	Consumo (kWh)
Unidad condensadora cámaras refrigeradas	6,16	12	5	369,6
Equipos de refrigeración	3,46	6	9	186,84
Equipos de clima	1,54	17	5	130,9
Luces noche	0,16	14	10	22,4
Luces día	0,04	127	7	35,56
Equipos de cómputo y accesorios	0,4	51	7	142,8
Equipo de motor	1,2	11	5	66
Consumo total				954,10
Factor de simultaneidad de equipos aplicado a la carga total (80 %)				763,28

- Selección de los elementos tecnológicos fundamentales que conforman el sistema fotovoltaico disponibles en el mercado con sus características técnicas correspondientes (necesarias).

Módulo Panel fotovoltaico modelo DMS-380MP (dispositivo tecnológico que capta y transforma la energía solar en energía eléctrica): Potencia máxima (380 W), dimensiones (1 960 x 990 x 40 mm).

Inversor de corriente, modelo Sunny Tripower 20000T (dispositivo que transforma la corriente continua que recibe de los módulos fotovoltaicos (CD) en corriente alterna (CA): Potencia 20 kW (máxima).

Monitor de sistema fotovoltaico modelo SMA manager M lite (Permite monitorear el balance energético durante el día, la semana y el mes. Estos datos lo almacenan en memoria, incluyendo la parte gráfica).

Mesas de soporte modelo EPL-AMO1-1X4V2 para el montaje de los paneles fotovoltaicos: estructura para 4 paneles fotovoltaicos

Transformador trifásico seco de 400 V/220 V (permite el acoplamiento y conversión de los voltajes de salida de los inversores de corriente al sistema eléctrico de alimentación de la entidad). Se utiliza de ser necesario el ajuste de voltajes.

- Obtener los datos esenciales para los cálculos necesarios del sistema fotovoltaico, económicos, financieros, energéticos y medio ambientales.

En la búsqueda de datos para obtener el impacto económico y medio ambiental. Según Rodríguez García (2019) refiere el costo de generación eléctrica en 0.21 USD por kWh en el 2019, comparándolo con el costo de generación a partir de fuentes renovables de energía de 0,06/0,07 USD, lo cual debe de producir un significativo ahorro y mejora del medio ambiente.

También en el portal digital de la publicación electrónica Cubaenergía se muestra el factor de emisión de CO₂ en la generación eléctrica de Cuba 0,673 tCO₂/MWh según metodología estandarizada de la Comisión Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático ACM0002 de 2019 y en el Anuario estadístico de Cuba 2022, edición 2023 está reflejado el consumo específico de combustible 0,2711 kg/kWh por el mismo concepto.

Finalmente, a partir de la resolución 359/2021 del ministerio de finanzas y precios (sistema de tarifas para la compra de energía eléctrica). Se tiene que el importe de la energía entregada al (SEN) es de \$1.81 por kWh.

Etapas II. Calcular el SFVCR y su correspondiente presupuesto

- Cálculo de los elementos necesarios que conforman el SFVCR.

Cantidad de módulos fotovoltaicos a instalar.

Ya se sabe que el levantamiento de la carga a consumir es de 763.28 kWh día. Hemos tomado como base para los cálculos el valor de 760 kWh como máxima carga real. Emplearemos la expresión matemática siguiente.

$$N_p = \frac{E_{tdc}}{(P_p * HSP)}$$

Donde:

N_p= Número de paneles fotovoltaico del SFVCR.

E_{tdc}= Energía total al día de la carga (kWh).

P_p= Potencia máxima del panel fotovoltaico (W_p).

HSP= Horas solar pico (h).

$$N_p = \frac{760 \text{ kWh}}{(0,38 \text{ kWp} * 5 \text{ h})}$$

N_p = 400 (números de paneles fotovoltaicos)

Potencia máxima posible a generar por el (SFVCR).

Fórmula de cálculo:

$$P_{sfv} = N_p * P_p$$

Donde:

P_{sfv} = Potencia máxima a generar por el Sistema fotovoltaico.

N_p= Número de paneles fotovoltaico del SFVCR.

P_p = Potencia máxima del panel fotovoltaico (W_p).

$$P_{sfv} = 400 * 0,38 \text{ kWp}$$

$P_{sfv} = 152 \text{ kWp}$

(Potencia del sistema fotovoltaico 152 kWp)

Cantidad de inversores fotovoltaicos a utilizar.

Estos equipos tendrán que manejar una potencia de 152 kWp.

Fórmula para el cálculo:

$$N_{inv} = \frac{P_{sfv}}{P_{inv}}$$

Donde:

N_{inv} = Cantidad de inversores.

P_{sfv} = Potencia máxima a generar por el Sistema fotovoltaico (kWp).

P_{inv} = Potencia del inversor (kW).

$$N_{inv} = \frac{152 \text{ kWp}}{20 \text{ kW}}$$

$$N_{inv} = 7,6$$

$N_{inv} = 8$ (Inversores a utilizar 8)

Área necesaria para la instalación del sistema fotovoltaico:

Se ha determinado como dato a partir de las tareas técnicas analizadas; que los módulos fotovoltaicos ocupan un área de 2,99 m² en su montaje. Valor utilizado para el cálculo. Para paneles con otro dimensionamiento puede determinarse como patrón: sumar al área del panel fotovoltaico 1 m² de área libre (pasillo tecnológico, sombreado, casetas, etc).

Fórmula para el cálculo

$$A_t = N_p * A_p$$

Donde:

A_t = Área total a utilizar en la instalación del SFVCR (m²).

N_p = Número de paneles fotovoltaico del SFVCR.

A_p = Área patrón por panel fotovoltaico (m²).

$$A_t = 400 * 2,99 \text{ m}^2$$

$$A_t = 1\ 196 \text{ m}^2 \text{ (área necesaria para la instalación 1\ 196 m}^2\text{)}$$

Cantidad de mesas de soporte de los paneles fotovoltaicos:

Los módulos fotovoltaicos a instalar son 400 y como cada mesa soporta 4 módulos, se necesitan 100 (400/4) estructuras de soporte (mesas de aluminio) modelo EPL-AMO1-1X4V2.

- Ubicación del SFVCR.

Se utilizará el techo del almacén de la entidad el cual tiene un área disponible de 3800 m² y de ellos posee 3693 m² útiles, por lo que tiene el espacio suficiente.

- Cálculo del presupuesto del SFVCR

Tabla 2. Presupuesto general SFV moneda nacional

Table 2. General budget SFV national money

Nro	Descripción	Cantidad	CUP (\$)	
			Unitario	Total
1	Módulo fotovoltaico	400	4 810,35	1 924 140,00
2	Inversor eléctrico	8	234 000,00	1 872 000,00
3	Mesas soporte paneles fotovoltaicos	100	7 800,00	780 000,00
4	Monitor de sistema fotovoltaico	1	46 000,00	46 800,00
5	Transformador trifásico 400 a 220 V	1	49 920,00	49 920,00
6	Miscelánea (kWp a instalar)	160	28 338,57	4 534 171,20
7	Servicios constructivos (materiales-mano de obra-equipos)	1	352 000,00	352 000,00
Presupuesto equipos y servicios			12 727 031,20	
8	Tarea técnica	1	130 000,00	130 000,00
9	Levantamiento arquitectónico (tiempo de ejecución en horas)	90	145,83	13 124,70
10	Esquemas generales arquitectónico (tiempo de ejecución en horas)	160	145,83	23 332,80
11	Esquemas generales eléctricos (tiempo de ejecución en horas)	120	145,83	17 499,60
12	Proyecto ejecutivo SFVCR	1	394 372,52	394 372,52
13	Instalación, asesoramiento, supervisión y puesta en marcha del SFVCR (según kWp a instalar)	160	7500,00	1 200 000,00
Presupuesto gastos técnicos			1 778 329,62	
Total general del presupuesto			14 505 360,82	

Cálculo del importe (\$) del proyecto ejecutivo SFVCR (CP_e):

Se calcula a partir de la fórmula anteriormente planteada:

$$CP_e = \frac{1,1 * 12727031,2 * \left(12,78 * \left(\frac{12727031,2}{1000}\right)^{-0,16}\right)}{100}$$

$$CP_e = 394372.52$$

Tabla 3. Presupuesto de equipos SFV en divisas

Table 3. SFV equipment budget in foreign exchange

Nro	Descripción	Cantidad	USD (\$)	
			Unitario	Total
1	Módulo fotovoltaico	400	200,00	80000,00
2	Inversor eléctrico	8	7500,00	60000,00
3	Mesas soporte paneles fotovoltaicos	100	250,00	25000,00
4	Monitor de sistema fotovoltaico	1	1500,00	1500,00
5	Transformador trifásico 400 a 220 V	1	1600,00	1600,00
6	Miscelánea (según kWp a instalar)	160	908,29	145326,40
Total			313426,40	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta parte desarrollaremos la última etapa del método alternativo.

Etapa III. Valoración económicas y resultados.

- Cálculo de su valoración económica y medio ambiental.

Tabla 4. Valoración económica y medio ambiental
Table 4. Economic and environmental assessment

Parámetros	Valores	Unidades
Potencia del sistema fotovoltaico (P_{sfv})	152	kWp
Energía generada diaria (E_{gd})	760	kWph/día
Energía promedio mensual generada ($E_{pmg} = 30 * E_{gd}$)	22 800	kWph/mes
Energía generada anual ($E_{ga} = 365 * E_{gd}$)	277 400	Kwph/año
Ahorro al país anual en divisas (\$) ($A_{pa} = 0,21 * E_{ga}$)	58 254,00	USD/año
Área que ocupa los paneles	1 196	m ²
Gases contaminantes CO _{2E} que se deja de emitir al año ($G_{CO2E} = 0,673 * E_{ga}$)	186,69	toneladas/año
Cantidad de petróleo que no se quema anualmente ($t_p = (0,2711 * E_{ga})/1000$)	75,20	toneladas/año
Costo estimado de la inversión (C_{cup})	14 505 360,82	CUP
Costo estimado de la inversión (C_{usd})	313 426,40	USD
Ciclo de vida del panel fotovoltaico según fabricante	25	años

- Reseñar los posibles resultados en su aplicación.

Los resultados muestran que con la ejecución del proyecto se dejan de emitir 186.69 t de dióxido de carbono anual al medio ambiente. Puede llegar a reducir hasta un 70 % los gastos en el consumo de electricidad de la entidad, garantizando alto grado de soberanía energética. La venta de kWh a la empresa eléctrica aporta ingresos al presupuesto de la entidad según comportamiento del consumo de la carga, por lo que también aumentan las utilidades. Disminuye el gasto en la compra de diésel por el país para la generación de electricidad en 58 254,00 (USD) anual, al evitar el consumo de 75,20 t de diésel. En general eleva la eficiencia energética y aporta beneficios económicos, sociales y ecológicos para nuestro país.

El uso de esta fuente renovable de energía es indispensable para la soberanía energética, creando potencial para enfrentar con mayor capacidad y fortaleza las posibles crisis energéticas mundiales y el déficit de combustibles fósiles en el futuro próximo.

CONCLUSIONES

Los análisis realizados nos permiten concluir que:

- El método empleado facilita los cálculos de los elementos del Sistema Fotovoltaico a implementar y el presupuesto previsto para la inversión con el uso de procedimientos de menor complejidad, y se aportan datos tecnológicos, operacionales y financieros para la toma de decisiones en la UEB Mayorista de Medicamentos de Pinar de Río.
- Facilita el trabajo al personal no especializado en el tema y le amplía su campo de acción como herramienta alternativa para el ejercicio eficaz de sus funciones, en pos una gestión energética y ambiental responsable, basada en las fuentes renovables de energía y el uso racional de los recursos, respectivamente.

ÉTICA Y CONFLICTO DE INTERESES

Las personas autores del manuscrito en cuestión, declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay

conflictos de intereses de ningún tipo; que todas las fuentes financieras que se mencionan completa y claramente en la sección de agradecimientos; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

REFERENCIAS

Anuario estadístico de cuba 2022, edición 2023. Consumo específico de combustible (base 10 000 kcal/kg) en las empresas de servicio público. Recuperado de https://www.onei.gob.cu/sites/default/files/10_mineria_energia_2022_0.pdf

Artículo publicado en enero 2017 por la revista centro azúcar. Procedimiento para instalación de un sistema fotovoltaico sobre techos en la corporación cuba ron s.a, v. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v44n1/caz08117>

(CARBONELL, 2023). Artículo presupuesto instalación fotovoltaica. Recuperado de <https://www.hogarsense.es/energia-solar/presupuesto-instalacion-fotovoltaica>

Decreto-Ley 345/2017. Consejo de Estado. Desarrollo de las Fuentes Renovables de Energía y el Uso Eficiente de la Energía.

Instrucción 7/2005. Ministerio de finanzas y precios. Metodología para la formación de las tarifas y sus componentes en pesos convertibles aplicadas a la construcción y otros servicios técnicos

Pasos fundamentales para hacer un presupuesto para placas solares. <https://ecosiglos.com/presupuesto-para-placas-solares/>

Plantilla Excel para cálculo de instalación fotovoltaica. <https://todoplantillasexcel.com/hogar/instalacion-fotovoltaica-conectada-red/>

Proyecto ejecutivo realizado por la empresa GÉNESIS (Arquitecto Reiniel Carcedo García, arquitecta Laura Elena Valdés, ingeniero Reinaldo García Gálvez).

Publicación electrónica Cubaenergía. Algunos indicadores relativos a la electricidad en cuba. Recuperado de https://www.cubaenergia.cu/index.php/en/national-energy-seminar/cat_view/192-seminario-

Resolución 59/2021. Ministerio de finanzas y precios. Sistema de tarifas para la compra de energía eléctrica.

Resolución 359/2021. Ministerio de finanzas y precios. Sistema de tarifas para la compra de energía eléctrica.

Resolución Nro. 1 del 2021. Empresa de componentes electrónicos Pinar del Río. Listado de precios de los productos y servicios ofertados por la empresa.

Rodríguez García (2019). La economía cubana durante el primer semestre de 2019. Recuperado de <https://www.cubaperiodistas.cu/2019/12/la-economia-cubana-durante-el-primer-semestre-de-2019-v-parte/>

Tarea técnica UEBMM Pinar del Río (MSc. Pedro Pérez Roig, ingeniero Juan Carlos Guzmán Cándano).