



PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Quito – Ecuador 2025



PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

CARRERA: Electricidad (Du)

**TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO
HIBRIDO PARA RESPALDO ENERGÉTICO EN UN LOCAL DE
COMPUTADORAS**

Elaborado por:

**Holguin Zambrano Tommy Jhair
Yáñez Tufiño Kevin Fabian**

Tutor:

Ing. Paul Montero

Fecha: (02/05/2025)

Contenido

1. PROBLEMÁTICA.....	5
1.1. Formulación y planteamiento del Problema	5
Objetivos.....	6
1.2.1 Objetivo general	6
1.2.2 Objetivos específicos	6
1.1. Justificación.....	6
1.4 Alcance	7
1.5 Materiales y Métodos	7
Materiales	7
Métodos	8
1.6 Marco Teórico	10
1.6.1 Energía fotovoltaica	10
1.6.2 Sistema fotovoltaico	10
1.6.3 Baterías de gel.....	11
1.6.4 Inversor hibrido	11
1.6.5 Conectores MC4	11
1.6.6 Protecciones	12
1.6.7. Fórmulas para dimensionamiento	12
2.1 Recursos Humanos.....	14
2.2 Recursos Técnicos y Materiales	14
2.3 Viabilidad.....	16
2.4 Cronograma	17

2.5 Bibliografía	18
-------------------------------	-----------

Índice de Tablas

Tabla 1 Recursos Humanos involucrados en el proyecto.....	14
Tabla 2 Material y descripción para el sistema fotovoltaico.....	15
Tabla 3 Cronograma de actividades del proyecto.....	17

Índice de formulas

Formula 1.- Consumo diario.....	12
Formula 2 Consumo ajustado:	12
Formula 3 Potencia de los PSF:	12
Formula 4 Seleccionar PSF:.....	12
Formula 5 Baterías:	13
Formula 6 Capacidad en AH.....	13
Formula 7 Ley de Ohm (Potencia):.....	13
Formula 8 Factor de corrección:	13
Formula 9 Caída máxima de tensión.....	13
Formula 10 Caída de tensión	13

1. PROBLEMÁTICA

1.1. Formulación y planteamiento del Problema

El funcionamiento continuo de un local de computadoras depende en gran medida del suministro eléctrico estable, ya que las actividades realizadas dentro de este espacio requieren del uso constante de equipos como computadores, servidores, periféricos y sistemas de red. Sin embargo, en determinadas ocasiones se producen interrupciones del servicio eléctrico que afectan directamente la operatividad del local, provocando la pérdida de información, interrupciones en el desarrollo de tareas académicas y daños potenciales en los equipos electrónicos por apagones repentinos.

Además, el consumo energético de estos espacios suele ser elevado debido al número de equipos que operan de manera simultánea durante extensas jornadas. Esta situación genera una preocupación constante por la eficiencia en el uso de la energía y por la dependencia total del sistema eléctrico convencional.

Frente a esta necesidad concreta, surge la posibilidad de integrar un sistema de respaldo energético que no solo garantice la continuidad de las actividades durante cortes de energía, sino que también optimice el consumo eléctrico mediante el aprovechamiento de fuentes renovables. El diseño e implementación de un sistema fotovoltaico híbrido en el local de computadoras permitirá gestionar eficientemente el suministro eléctrico mediante la combinación de energía solar, almacenamiento en baterías y conexión a la red, contribuyendo así a la sostenibilidad energética del espacio.

Este proyecto busca, por tanto, ofrecer una solución técnica efectiva que asegure el funcionamiento ininterrumpido del local de computadoras, al mismo tiempo que promueve el uso responsable de la energía mediante el aprovechamiento de recursos renovables. Con ello se atiende no solo a una necesidad funcional, sino también a un compromiso institucional con la eficiencia energética y la transición hacia tecnologías más sostenibles.

Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema fotovoltaico híbrido para proporcionar respaldo eléctrico confiable a un local de computadoras, asegurando la continuidad operativa durante cortes de energía y optimizando el consumo energético mediante fuentes renovables.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar el consumo energético total del local de computadoras, identificando las cargas y determinando el consumo promedio a diario para dar un cálculo preciso de lo que se necesita
- Diseñar e Implementar un sistema fotovoltaico híbrido para asegurar el abastecimiento energético constante durante 4 horas de autonomía.
- Realizar pruebas funcionales y la validación del correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico para capacitar el uso correcto de su operación.

1.1. Justificación

En la actualidad, el uso continuo del servicio eléctrico es un factor crítico para nosotros y las personas que tiene un local de computadoras denominados (Cyber). Las interrupciones en el suministro eléctrico no solo generan pérdidas económicas, sino que afectan la productividad e integridad de los equipos y a la experiencia de los usuarios. Ante esta problemática, surgió la necesidad de implementar soluciones energéticas confiables y sostenibles las cuales garantizan la operatividad continua del servicio.

En este tipo de sistemas se fundamenta por el aprovechamiento de energía renovables y nos permite integrar energía solar con el respaldo de baterías y el suministro de red eléctrica, garantizando un suministro constante eficiente y amigable con el medio ambiente. El proyecto nos permitirá asegurar con la continuidad del local frente al ineficiente

funcionamiento de la red eléctrica pública, reduciendo los tiempos de inactividad y evitando los daños a los equipos.

Finalmente, con el desarrollo de este proyecto es una solución energía adaptable sostenible y eficiente que combina innovación tecnológica con una responsabilidad ambiental el cual promueve el uso de energía limpia, disminuyendo la dependencia a los generadores eléctricos el cual dependen de fuentes fósiles reduciendo la huella de carbono consolidándose a una solución más saludable con el país

1.4 Alcance

Este proyecto implementara un sistema fotovoltaico hibrido conectado a la red en un local de computadoras, con en el objetivo de proporcionar el respaldo energético en caso de cortes de luz y optimizar el consumo eléctrico mediante el uso de energía solar. Este sistema nos ayudará a abastecer las cargas críticas del local, como computadoras, equipos de red e iluminación básica, garantizando al menos 4 horas de autonomía mediante el uso de un banco de baterías y de los paneles solares.

En la instalación del sistema fotovoltaico los paneles solares se ubicarán estratégicamente para una óptima captación solar, un inversor hibrido y un banco de baterías.

1.5 Materiales y Métodos

Materiales

Para la ejecución del proyecto se utilizaron materiales y equipos eléctricos y electrónicos adecuados para garantizar la eficiencia, seguridad y funcionalidad del sistema fotovoltaico híbrido. A continuación, se detallan los principales elementos:

- **Paneles solares fotovoltaicos de 585W:** Módulos de silicio monocristalino de alta eficiencia, utilizados para captar la radiación solar y convertirla en energía eléctrica.

- **Inversor híbrido Green Point 3KV:** Dispositivo encargado de gestionar la energía proveniente de los paneles solares, el banco de baterías y la red eléctrica, permitiendo la conmutación automática y priorización de fuentes.
- **Banco de baterías de 120 AH:** Conjunto de baterías de ciclo profundo de tecnología sellada en gel utilizadas para almacenar energía y suministrarla durante cortes eléctricos.
- **Estructuras de soporte:** Bases de aluminio galvanizadas para la sujeción de los paneles solares en el techo con la inclinación adecuada a 16° perpendicular al sol.
- **Tableros eléctricos:** Incluyen protecciones AC y DC (breakers de 16 A y 20 A, porta fusible de 20 A).
- **Conductores eléctricos y canalizaciones:** Cables de cobre con aislamiento UV, canaletas para el tendido seguro de las líneas eléctricas y manguera de polietileno negra para protección en exteriores.
- **Instrumentos de medición:** Multímetro digital, pinzas, alicates, corta frío y herramientas básicas para la instalación.
- **Software de diseño de planos:** Aplicaciones como Auto CAD o DIALux y hojas de cálculo para realizar el dimensionamiento energético y estructural.

Métodos

El proyecto se desarrolló en varias etapas metodológicas que permitieron asegurar la correcta implementación del sistema. Estas se describen a continuación:

1. **Diagnóstico energético:** Se realizó un levantamiento de información sobre el consumo energético del local de computadoras, identificando las cargas críticas y

los hábitos de uso. Se calcularon el consumo promedio diario (en kWh) y la demanda máxima (en W).

2. Diseño técnico del sistema:

- Se dimensionaron los paneles solares en función de la irradiancia local y el consumo estimado.
- Se seleccionó un inversor híbrido compatible con el sistema de baterías y la red eléctrica.
- Se determinó la capacidad del banco de baterías para garantizar al menos 4 horas de respaldo.
- Se diseñó un sistema de control y protección para garantizar una operación segura y automatizada.

3. Gestión institucional y permisos: Se realizaron las gestiones necesarias con la administración de la vivienda para obtener autorización para poder intervenir en la infraestructura y realizar las instalaciones eléctricas y estructurales.

4. Instalación del sistema:

- Se instalaron los paneles solares en el área con mejor orientación e inclinación.
- Se montaron el inversor, el banco de baterías y los tableros de protección dentro del local.
- Se realizó el conexionado eléctrico siguiendo normas de seguridad eléctrica y buenas prácticas basadas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

5. Pruebas y validación:

- Se verificó la operatividad del sistema en condiciones normales y durante cortes eléctricos.
- Se evaluó el rendimiento del sistema en función de su eficiencia energética.
- Se realizaron simulaciones de consumo y escenarios de respaldo.
- Se capacitó a los usuarios responsables sobre la operación básica y mantenimiento preventivo.

Este enfoque metodológico permitió no solo garantizar una instalación funcional y segura, sino también validar la viabilidad técnica y educativa de la propuesta como recurso práctico dentro del área de energía renovable.

1.6 Marco Teórico

1.6.1 Energía fotovoltaica

La energía fotovoltaica es una tecnología que permite convertir directamente la radiación solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico, el cual se produce cuando ciertos materiales semiconductores, al ser expuestos a la luz, generan un flujo de electrones (Mancilla & Ruiz, 2021, p. 33). Este tipo de energía renovable ha ganado gran aceptación debido a su sostenibilidad, bajo impacto ambiental y posibilidad de implementación en diversas escalas.

1.6.2 Sistema fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico está compuesto por varios elementos fundamentales que trabajan de forma conjunta para generar, almacenar y suministrar energía eléctrica. Los paneles solares son los encargados de captar la radiación solar y transformarla en corriente continua. En aplicaciones donde se requiere mayor eficiencia en espacios reducidos, como locales comerciales, se utilizan comúnmente paneles solares monocristalinos, los

cuales están fabricados a partir de un solo cristal de silicio, lo que les permite alcanzar mayores niveles de eficiencia y rendimiento bajo condiciones óptimas de luz solar (Ramos & Ortega, 2020, p. 49).

1.6.3 Baterías de gel

La energía generada se almacena en baterías, las cuales son indispensables en sistemas de respaldo. Las baterías de gel, por ejemplo, se destacan por su tecnología sellada, libre de mantenimiento, y por ofrecer una buena profundidad de descarga, lo cual las hace ideales para aplicaciones que requieren ciclos repetitivos de carga y descarga. Estas baterías utilizan un electrolito gelificado, lo que mejora la seguridad y prolonga la vida útil del sistema (López & Suárez, 2020, p. 103).

1.6.4 Inversor híbrido

El inversor híbrido cumple un papel central en este tipo de sistemas, ya que combina varias funciones en un solo equipo: convierte la corriente continua en alterna, realiza la transferencia automática entre la red eléctrica y el sistema fotovoltaico, y gestiona la carga y descarga del banco de baterías. Gracias a esta integración, se mejora la eficiencia del sistema, se reduce el número de componentes externos y se facilita la implementación en instalaciones pequeñas o medianas como un local de computadoras (García & Torres, 2022, p. 64).

1.6.5 Conectores MC4

Además de los elementos principales, se emplean conectores específicos como los tipos MC4, que permiten conexiones seguras, estancas y eficientes entre los paneles solares y el resto del sistema eléctrico. Estos conectores están diseñados para resistir condiciones climáticas adversas y minimizar pérdidas por contacto (Moreno & Castillo, 2019, p. 93).

1.6.6 Protecciones

Para garantizar la seguridad eléctrica, se integran protecciones como breakers (interruptores termomagnéticos), fusibles y protecciones contra sobretensiones (SPD). Estos dispositivos protegen tanto a los componentes del sistema como a los usuarios frente a posibles fallos eléctricos, cortocircuitos o sobrecargas. Su correcta selección y ubicación es vital para el cumplimiento de las normas eléctricas y la confiabilidad del sistema (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2022, p. 21).

1.6.7. Fórmulas para dimensionamiento

Formula 1.- Consumo diario

$P * H \text{ diaria} = WH$ (Esta formula nos da el consumo diario en Watts hora)

Formula 2 Consumo ajustado:

$WH * 1.25 = WH$ (Esta formula nos da la consideración de las perdidas del sistema representado igualmente en Watt hora)

Formula 3 Potencia de los PSF:

$P. \text{requerida} = WH / 4.5 = W$ (Esta fórmula requiere de la radiación solar promedio en Quito Ecuador la cual está representada con el valor de 4.5 y nos da la Potencia en Watt de los PSF)

Formula 4 Seleccionar PSF:

$\# \text{Paneles} = W / W \text{ PSF} = \# \text{Numero de paneles}$ (Esta fórmula requiere de la cantidad de potencia que se va adquirir en W PSF o la potencia de cada panel y nos dará el número exacto de paneles que se necesita para el sistema)

Formula 5 Baterías:

Capacidad en WH: $WH * 05 / 0.85 = WH$ (En este caso los WH se tomarán de la formula número 1 y se multiplicará por el numero días que está representado por 05 porque la autonomía será solo de medio día y se divide para 0.85 que es el valor de capacidad de descarga de la batería y nos da como resultado WH)

Formula 6 Capacidad en AH

$WH / 24V = AH$ (Esta fórmula utiliza los WH de la fórmula 6 y el voltaje es a considerar puede ser 12/24 según la necesidad y como resultado tenemos los amperios hora de la batería que se va adquirir)

Formula 7 Ley de Ohm (Potencia):

$I = P / V = A$ (Esta fórmula se utiliza para saber el amperaje base del sistema)

Formula 8 Factor de corrección:

$I_{ajustado} = A \times 1.25 = A$ (Esta formula Se considera un factor de corrección del 125% para el caso de carga continua como lo recomienda la NEC)

Formula 9 Caída máxima de tensión

$\Delta V = 0.03 \times V = V$ (Aplicando esta fórmula nos ayuda a la caída máximo de tensión que se permite ya que es del 3%)

Formula 10 Caída de tensión

$A = 2 * \rho * L * I / \Delta V$ (Esta fórmula se utiliza para despejar **A** que sirve para Calcular el calibre exacto del conductor)

2.1 Recursos Humanos

El desarrollo del proyecto requiere la participación de varios actores, tanto en la fase de planificación como en la implementación. A continuación, se detallan los recursos humanos involucrados:

Persona/Entidad	Rol/Responsabilidad
Estudiantes autores del proyecto	Diseño, dimensionamiento, instalación y pruebas del sistema. Redacción del informe final.
Tutor académico	Supervisión del proyecto, revisión técnica y metodológica, orientación general.
Administración de la vivienda	Autorización para uso de espacios físicos e intervención en la infraestructura.
Proveedores de equipos	Suministro de materiales (paneles, inversor, baterías, etc.) con garantía de calidad.

Tabla 1 Recursos Humanos involucrados en el proyecto

Fuente: Propia

2.2 Recursos Técnicos y Materiales

Para la implementación del sistema fotovoltaico híbrido se utilizarán los siguientes materiales y equipos:

Elemento	Cantidad	Función
----------	----------	---------

Paneles solares fotovoltaicos (585W)	2 unidades	Captación de energía solar
Inversor híbrido 3 kW	1 unidad	Gestión de energía entre red, paneles y baterías
Baterías de almacenamiento (12V/120Ah en Gel)	2 unidades	Respaldo energético durante cortes eléctricos
Estructura de soporte metálica	Según la necesidad	Sujeción segura de paneles solares sobre cubierta resistente
Conductores eléctricos (AC y DC)	Según la necesidad	Conexiones entre componentes del sistema
Tablero de protecciones AC/DC	1 unidad	Seguridad y protección del sistema
Canalizaciones (tubería PVC/EMT)	Según lo trazado	Protección física del cableado
Multímetro digital	1 unidad	Medición y verificación de parámetros eléctricos
Software AutoCAD / Excel	-	Diseño, dimensionamiento y simulación del sistema

Tabla 2 Material y descripción para el sistema fotovoltaico

Fuente: propia

2.3 Viabilidad

El proyecto presenta viabilidad técnica, legal y económica, lo que garantiza su desarrollo sin interrupciones:

- **Técnica:** Se cuenta con el conocimiento técnico necesario para diseñar e implementar el sistema. El local seleccionado es apto para el montaje del sistema, y ya se han identificado las condiciones estructurales y eléctricas necesarias. El diseño considera las normativas eléctricas nacionales y buenas prácticas de instalación.
- **Económica:** El proyecto se ha dimensionado considerando una optimización de costos, empleando equipos accesibles con buena relación calidad-precio. El financiamiento es asumido por los autores del proyecto, con el apoyo de los usuarios de la vivienda en cuanto al uso de espacios y herramientas básicas. No se prevén gastos extraordinarios que comprometan la ejecución.

En conjunto, estos aspectos confirman la viabilidad integral del proyecto, asegurando su correcta ejecución y finalización sin obstáculos significativos.

2.4 Cronograma

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	SEMANA DEL 5 AL 9 DE MARZO							SEMANA DEL 10 AL 23 DE MARZO							SEMANA DEL 24 AL 28 DE MARZO		31 DE MARZO
Fase 1: Planificación y diseño (1 Semana)																	
Análisis de carga y el estudio de carga																	
Seleccionar los componentes necesarios																	
Elaborar el diseño del sistema fotovoltaico																	
Presupuesto y Adquisición de materiales																	
Fase 2: Instalación (2 Semanas)																	
Limpieza y arreglo del local																	
Verificación de las computadoras																	
Montaje de la estructura y paneles solares																	
Instalación de baterías y inversor híbrido																	
Cableado y conexión de sistema																	
Fase 3: Pruebas y puesta marcha (1 semana)																	
Pruebas de Funcionamiento y Seguridad																	
Optimización y Ajustes Finales																	
Fase 4: Final (1 día)																	
Entrega y defensa del proyecto																	

Tabla 3 Cronograma de actividades del proyecto

Fuente: Propia

2.5 Bibliografía

García, M., & Torres, L. (2022). **Sistemas fotovoltaicos autónomos y conectados a red**. Editorial Universitaria.

López, P., & Suárez, D. (2020). **Energía solar: fundamentos y aplicaciones**. Ecoe Ediciones.

Mancilla, R., & Ruiz, A. (2021). **Tecnologías limpias y sostenibles**. Alfaomega.

Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2022). **Reglamento técnico de generación distribuida y normas de instalación**. Quito, Ecuador.

Moreno, J., & Castillo, E. (2019). **Instalaciones eléctricas para edificaciones modernas**. Limusa.

Ramos, V., & Ortega, C. (2020). **Energía fotovoltaica: diseño y dimensionado de sistemas**. Paraninfo.

Bojaca, E. (2016, December 1). *Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios*. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/11352>

Item 1020/97 | Repositorio CIATEQ. (2017, December 5).
<https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1020/97>

Manuel, G. a. C., Ivan, M. C., Raciél, R. R., María, R. G., & Antonio, V. P. (n.d.). *Factibilidad de instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red*.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59012014000200007&script=sci_arttext

CINVESTAV. (s.f.). *Dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos con almacenamiento híbrido*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).
<https://www.conacyt.gob.mx/>

CARRERA: ELECTRICIDAD (DU)

FECHA DE PRESENTACIÓN:		19/06/ 2025
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO: Holguin Zambrano Tommy Jhair Yáñez Tufiño Kevin Fabian		
TITULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA: Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico hibrido para respaldo energético en local de computadoras.		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	CUMPLE	NO CUMPLE
• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ANÁLISIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• DELIMITACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• PROBLEMÁTICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:

GENERALES:

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

SI

☒

NO

☐

ESPECÍFICOS:

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO

SI

☒

NO

☐

JUSTIFICACIÓN:	CUMPLE	NO CUMPLE
IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BENEFICIARIOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTIBILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALCANCE:	CUMPLE	NO CUMPLE
ESTA DEFINIDO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO TEÓRICO:		
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	SI	NO
DESCRIBE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA A REALIZAR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO:	CUMPLE	NO CUMPLE
ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APLICACIÓN DE SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS: <ul style="list-style-type: none"> • 2 paneles solares 585 W • Inversor híbrido 3 kW • 2 baterías GEL 12V/120Ah • Estructuras metálicas soporte • Conductores eléctricos AC/DC • Tablero de protección • Canalizaciones • Multímetro digital • Software AutoCAD / Excel Métodos: <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico del consumo energético • Diseño técnico y dimensionamiento del sistema • Gestión de permisos • Instalación de paneles, inversor, baterías • Conexión eléctrico con normas NEC 		

- Pruebas de funcionamiento y capacitación al usuario

OBSERVACIONES:

Los materiales fueron seleccionados considerando eficiencia, disponibilidad y compatibilidad. El método aplicado garantizó seguridad, respaldo y funcionamiento correcto durante cortes eléctricos.

CRONOGRAMA:

Actividades generales del proyecto (resumen):

1. Levantamiento de información y diagnóstico energético
2. Diseño del sistema y selección de componentes
3. Gestión institucional y permisos
4. Adquisición e instalación de equipos
5. Pruebas funcionales y validación
6. Redacción del informe técnico final

OBSERVACIONES:

Se planificó y ejecutó el proyecto según los tiempos previstos sin retrasos significativos. Las etapas fueron cumplidas eficientemente con participación activa de los autores.

FUENTES DE INFORMACIÓN:

- García & Torres (2022). Sistemas fotovoltaicos
- López & Suárez (2020). Energía solar
- Mancilla & Ruiz (2021). Tecnologías sostenibles
- Ramos & Ortega (2020). Energía fotovoltaica
- Ministerio de Energía (2022)
- Moreno & Castillo (2019). Instalaciones eléctricas
- Bojaca (2016). UNAD
- Repositorio CIATEQ (2017)
- CINVESTAV – CONACYT

