



UNAP



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

TESIS

**"IMPACTO AMBIENTAL EN LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN
LA CUENCA DE LOS RÍOS NAPO Y CURARAY,
LORETO, 2024"**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:
CATHERINE JUANA CHALCO GUERRA**

**ASESOR:
Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.**

IQUITOS, PERÚ

2024



UNAP

FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
GESTIÓN AMBIENTAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS No. 0111-CGYT-FA-UNAP-2024.

En Iquitos, a los 04 días del mes de diciembre del 2024, a horas 10:00am, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "IMPACTO AMBIENTAL EN LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN LA CUENCA DE LOS RÍOS NAPO Y CURARAY, LORETO, 2024", aprobado con Resolución Decanal N°086-CGYT-FA-UNAP-2024, presentado por la Bachiller: CATHERINE JUANA CHALCO GUERRA, para optar el Título Profesional de INGENIERO (A) EN GESTIÓN AMBIENTAL, que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal No.0101-CGYT-FA-UNAP-2024, está integrado por:

Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.	Presidente
Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.	Miembro
Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.	Miembro

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas:

..... *Satisfactoriamente*

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la Tesis han sido: *Aprobado* con la calificación *Buena*

Estando la Bachiller *Apta* para obtener el Título Profesional de

..... *Ingeniera en Gestión Ambiental*

Siendo las *11.45am.* se dio por terminado el acto ACADÉMICO.

[Signature]
Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.
Presidente

[Signature]
Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
Miembro

[Signature]
Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.
Miembro

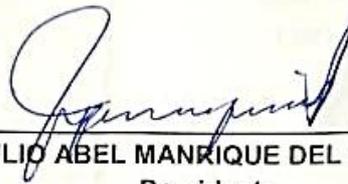
[Signature]
Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.
Asesor

JURADO Y ASESOR

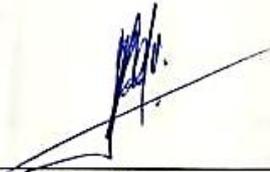
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Tesis aprobada en sustentación pública el 04 de diciembre del 2024, por el jurado Ad-Hoc nombrado por el Comité de Grados y Títulos de la Facultad de Agronomía, para optar el título profesional de:

INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL



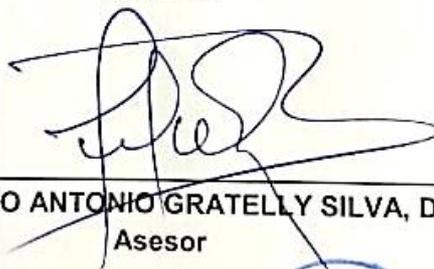
**Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.
Presidente**



**Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
Miembro**



**Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.
Miembro**



**Ing. PEDRO ANTONIO GRATELly SILVA, Dr.
Asesor**



**Ing. FIDEL ASPAÑO VARELA, Dr.
Decano**



RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

FA_TESIS_CHALCO GUERRA.pdf

AUTOR

CATHERINE JUANA CHALCO GUERRA

RECuento DE PALABRAS

5752 Words

RECuento DE CARACTERES

30865 Characters

RECuento DE PÁGINAS

29 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

213.6KB

FECHA DE ENTREGA

Nov 11, 2024 10:38 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 11, 2024 10:39 AM GMT-5

● 29% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 26% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 20% Base de datos de trabajos entregados
- 17% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Resumen

DEDICATORIA

A mis queridos padres:

A mi madre, **Rosita Guerra**, a quien admiro como madre y mujer, por tener mucha fortaleza ante las adversidades y por ser un gran ejemplo de superación profesional y personal.

A mi padre, **Enrique Chalco**, por su apoyo incondicional y ser mi ejemplo en los valores de la honestidad, honradez, humildad y perseverancia profesional.

A mis hijos, **Valentino y Franko**, por ser lo más valioso que tengo en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi fortaleza a lo largo de mi carrera; a mi asesor Ing. Pedro Antonio Grately Silva Dr., por su orientación y experiencia para alcanzar éste logro tan importante.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADOS Y ASESOR.....	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Bases teóricas	4
1.3. Definición de términos básicos.....	6
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	10
2.1. Hipótesis.....	10
2.2. Variables y su operacionalización	10
2.2.1. Variables	10
2.2.2. Operacionalización de variables	12
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	13
3.1. Diseño metodológico	13
3.2. Diseño muestral.....	13
3.2.1. Población de estudio	13
3.2.2. Tamaño de la muestra.....	13
3.2.3. Tipo de Muestreo y Procedimiento de Selección de la Muestra.....	13
3.2.4. Validez y confiabilidad del instrumento	14
3.3. Procedimientos de recolección de datos.....	17
3.4. Procesamiento y análisis de datos.....	17
3.5. Aspectos éticos.....	17
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	19
4.1. Características de los sistemas fotovoltaicos instalados	19
4.1.1. Sistemas fotovoltaicos individuales.....	19
4.1.2. Sistema fotovoltaico centralizado.....	19

4.2. Impactos en los parámetros ambientales del aire	21
4.2.1. Nivel de Material Particulado PM10 en comunidades intervenidas	21
4.2.2. Niveles de Metano CH4 en las comunidades intervenidas	22
4.2.3. Niveles de Dióxido de Carbono CO2 en las comunidades intervenidas	22
4.2.4. Compuestos orgánicos volátiles COVs	23
4.3. Niveles de ruido ambiental en las comunidades intervenidas	24
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	25
5.1. En relación a los sistemas fotovoltaicos instalados	25
5.2. En relación a los Impactos en los parámetros ambientales del aire	25
5.3. En relación al ruido ambiental.....	25
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	27
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	28
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
ANEXOS	30
1. Encuesta.....	31
2. Matriz de consistencia	35
3. Fotografías	36

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfica 1. Monitoreo de Material Particulado PM10	21
Gráfica 2. Monitoreo de Metano CH ₄	22
Gráfica 3. Monitoreo de Dióxido de Carbono CO ₂	23
Gráfica 4. Monitoreo de Compuestos orgánicos volátiles COVs	23
Gráfica 5. Monitoreo de Ruido Ambiental en las Comunidades Nativas	24

RESUMEN

Es un estudio descriptivo, transversal y no experimental con el propósito de evaluar los impactos ambientales en la instalación de sistemas fotovoltaicos para generación eléctrica en las comunidades de las cuencas del Napo y Curaray, en nueve (09) comunidades en las cuales se realizó el monitoreo de los parámetros ambientales. Se utilizaron diferentes instrumentos de medición con certificados de calibración y medición In situ, para verificar el estado de los parámetros ambientales. Para el análisis se utilizó la estadística descriptiva a fin de resumir y contrastar con los límites máximos permitidos de los ECA de la normativa nacional, concluyendo, que la instalación de sistemas fotovoltaicos en las comunidades nativas del río Napo ha logrado un equilibrio entre proporcionar acceso a energía renovable y minimizar los impactos negativos en el entorno y la salud comunitaria, Asimismo, no existe una relación significativa entre la instalación de sistemas fotovoltaicos y los cambios observados en el medio ambiente y las condiciones de vida de las comunidades rurales, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna. Por otro lado, se evidencia que el uso de sistemas fotovoltaicos individualizados y comunitarios es un modelo replicable para otras áreas con similares características geográficas y demográficas en el ámbito de la región Loreto.

Palabras clave: Sistemas fotovoltaicos, Impactos ambientales, Comunidades nativas

ABSTRACT

It is a descriptive, cross-sectional and non-experimental study with the purpose of evaluating the environmental impacts of the installation of photovoltaic systems for electricity generation in the communities of the Napo and Curaray basins, in nine (09) communities in which monitoring of environmental parameters was carried out. Different measuring instruments with calibration certificates and in situ measurement were used to verify the status of the environmental parameters. For the analysis, descriptive statistics were used in order to summarize and contrast with the maximum limits allowed by the ECA of the national regulations, concluding that the installation of photovoltaic systems in the native communities of the Napo River has achieved a balance between providing access to renewable energy and minimizing the negative impacts on the environment and community health. Likewise, there is no significant relationship between the installation of photovoltaic systems and the changes observed in the environment and living conditions of rural communities, so the null hypothesis is accepted and the alternative is rejected. On the other hand, it is evident that the use of individualized and community photovoltaic systems is a replicable model for other areas with similar geographic and demographic characteristics in the Loreto region.

Keywords: Photovoltaic systems, Environmental impacts, Native communities

INTRODUCCIÓN

La región de Loreto, en la Amazonía peruana, está caracterizada por su vasta biodiversidad y sus extensas áreas rurales, muchas de las cuales carecen de acceso a servicios básicos como la electricidad. En particular, las cuencas de los ríos Napo y Curaray, distritos fronterizos y que enfrentan serias dificultades para proporcionar energía a sus comunidades debido a su geografía remota y la falta de infraestructura eléctrica convencional.

En su mayoría las comunidades en estas cuencas dependen en gran medida de fuentes de energía no renovables, como generadores de diésel, que no solo son costosos y de difícil acceso, sino que también tienen un impacto negativo significativo en el medio ambiente local por la quema de combustibles fósiles. La falta de acceso a electricidad limita el desarrollo social y económico de estas comunidades, afectando la educación, la salud y las oportunidades de desarrollo económico.

Es por ello que la instalación de sistemas fotovoltaicos se presenta como una solución viable y sostenible para la electrificación rural en estas áreas. Estos sistemas no solo proporcionan una fuente de energía limpia y renovable, sino que también tienen el potencial de mejorar significativamente la calidad de vida de estas comunidades rurales.

Sin embargo, la implementación de sistemas fotovoltaicos en las comunidades de la cuenca de los ríos Napo y Curaray conlleva varios desafíos. Primero, es esencial monitorear los impactos ambientales para asegurar que la instalación y operación de estos sistemas no perjudiquen la delicada biodiversidad de la región. Los ecosistemas amazónicos son extremadamente sensibles, y cualquier intervención debe ser cuidadosamente gestionada para minimizar alteraciones negativas.

Además, existen desafíos técnicos y logísticos relacionados con la instalación de estos sistemas en áreas remotas, donde el transporte de equipos y materiales puede ser complicado y costoso. También es crucial garantizar que las comunidades locales sean capacitadas para el mantenimiento y operación de los sistemas fotovoltaicos, asegurando su sostenibilidad a largo plazo.

A partir de ello el estudio monitorea y evalúa los impactos ambientales de la instalación de sistemas fotovoltaicos en las comunidades de las cuencas de los ríos Napo y Curaray, para lograr la referencia o línea base ambiental que guíe futuras implementaciones de sistemas de energía renovable en la región, asegurando que estas intervenciones sean ambientalmente sostenibles y beneficiosas para las comunidades locales. Por lo ello el estudio busco responder a la siguiente pregunta ¿Cuáles son los impactos ambientales de la instalación de sistemas fotovoltaicos para la electrificación rural en las comunidades de las cuencas de los ríos Napo y Curaray, y cómo pueden estos sistemas ser implementados de manera sostenible en la región de Loreto?

Las evidencias encontradas sugieren que la instalación de sistemas fotovoltaicos en las comunidades nativas del río Napo ha logrado un equilibrio entre proporcionar acceso a energía renovable y minimizar los impactos negativos en el entorno y la salud comunitaria.

Por ello, se puede inferir que el uso de sistemas fotovoltaicos individualizados y comunitarios es un modelo replicable para otras áreas con similares características geográficas y demográficas en el ámbito de la región Loreto.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

La electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos se ha convertido en una solución viable y sostenible para comunidades aisladas en todo el mundo. En particular, las regiones amazónicas, como las cuencas de los ríos Napo y Curaray en Loreto, Perú, presentan un desafío significativo debido a su geografía remota y la falta de infraestructura. Sin embargo, estudios previos han demostrado que la implementación de tecnologías de energía solar puede mejorar significativamente la calidad de vida de estas comunidades, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y mitigando los impactos ambientales negativos.

Electrificación Rural y Energías Renovables:

En muchos países en desarrollo, la electrificación rural ha sido una prioridad para mejorar el bienestar social y económico. Las tecnologías de energía renovable, como los sistemas fotovoltaicos, han sido reconocidas por su potencial para proporcionar una fuente de energía sostenible y accesible en áreas remotas. Bhattacharyya SC (1) destaca que los sistemas de energía renovable pueden desempeñar un papel crucial en la electrificación rural, proporcionando una alternativa económica y sostenible frente a las soluciones basadas en combustibles fósiles.

Impactos Ambientales de los Sistemas Fotovoltaicos:

La instalación de sistemas fotovoltaicos en áreas rurales también ha sido objeto de numerosos estudios ambientales. Investigaciones han demostrado que, aunque estos sistemas tienen un menor impacto ambiental en comparación con las fuentes de energía convencionales, es esencial monitorear y gestionar adecuadamente

estos impactos para asegurar la sostenibilidad del proyecto. Un estudio de Hernández RR et al (2) señala que los proyectos de energía solar pueden afectar la biodiversidad local y los ecosistemas, especialmente durante la fase de instalación.

Casos en la Amazonía continental:

Específicamente en la región amazónica, existen varios proyectos de electrificación rural utilizando energía solar que sirven como antecedentes para esta investigación. Un estudio realizado en Brasil por Koirala B et al (3). Exploró la implementación de sistemas fotovoltaicos en comunidades amazónicas, encontrando que estos proyectos no solo mejoraron el acceso a la electricidad, sino que también promovieron el desarrollo local y la conservación ambiental.

Capacitación y Participación Comunitaria:

La participación activa de las comunidades locales en la implementación y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es crucial para el éxito y la sostenibilidad a largo plazo de estos proyectos. La investigación de Mainali B y Silveira S. (4), sobre proyectos de energía renovable en Nepal y Brasil destaca la importancia de la capacitación y el empoderamiento comunitario para asegurar que los sistemas sean gestionados eficientemente y se mantengan operativos.

1.2. Bases teóricas

Las bases teóricas de este estudio se fundamentan en:

Energía Fotovoltaica:

La energía fotovoltaica se basa en la conversión directa de la luz solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico, descubierto por Edmond Becquerel en 1839. Este fenómeno se produce cuando la radiación solar incide sobre

ciertos materiales semiconductores, generando una corriente eléctrica. Los sistemas fotovoltaicos están compuestos por paneles solares, inversores y sistemas de almacenamiento de energía. Según Luque A, Hegedus S. (5) Los avances tecnológicos han permitido que la energía fotovoltaica sea una opción viable y competitiva para la generación de electricidad, especialmente en áreas remotas y rurales donde la extensión de la red eléctrica es inviable o costosa.

Electrificación Rural:

La electrificación rural implica el suministro de electricidad a áreas rurales que carecen de acceso a servicios eléctricos. La falta de infraestructura en estas áreas plantea desafíos significativos, pero también oportunidades para implementar tecnologías descentralizadas como los sistemas fotovoltaicos. La teoría de sistemas energéticos descentralizados, según Tenenbaum B, Greacen C, Siyambalapitiya T, Knuckles J (6) sugieren que estos sistemas pueden ser más eficientes y sostenibles en contextos rurales al reducir la dependencia de la infraestructura centralizada y aumentar la resiliencia energética local.

Sostenibilidad Ambiental:

La sostenibilidad ambiental se refiere a la capacidad de los sistemas humanos y naturales para coexistir y prosperar en el largo plazo. En el contexto de los sistemas fotovoltaicos, la sostenibilidad implica evaluar y minimizar los impactos ambientales asociados con la producción, instalación y operación de estos sistemas. Según la teoría de la sostenibilidad, es esencial considerar no solo los beneficios inmediatos de la electrificación, sino también los efectos a largo plazo sobre el medio ambiente y la biodiversidad local. Según Muthu SS (7) Esto incluye la evaluación del ciclo de vida de los paneles solares y la gestión de residuos al final de su vida útil.

Participación Comunitaria y Desarrollo Local:

La teoría de la participación comunitaria desarrollada por Rogers EM. (8), sostiene que el éxito de los proyectos de desarrollo, incluyendo la electrificación rural, depende en gran medida de la involucración activa y el empoderamiento de las comunidades locales. La participación comunitaria no solo mejora la aceptación y sostenibilidad de los proyectos, sino que también fortalece las capacidades locales y fomenta el desarrollo social y económico. Las investigaciones indican que la capacitación y la inclusión de las comunidades en la toma de decisiones y en el mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos son fundamentales para el éxito a largo plazo de estos proyectos.

Impacto Ambiental de las Energías Renovables:

Los estudios desarrollados por Turney D, Fthenakis V (9), sobre el impacto ambiental de las energías renovables proporcionan un marco para evaluar los efectos de los sistemas fotovoltaicos en los ecosistemas locales. La teoría del impacto ambiental sugiere que cualquier intervención humana en el medio ambiente debe ser cuidadosamente monitoreada y gestionada para mitigar los efectos negativos. En el caso de los sistemas fotovoltaicos, esto incluye la evaluación del uso de la tierra, los cambios en la biodiversidad y los posibles efectos sobre el clima local.

1.3. Definición de términos básicos

1. **Calidad Ambiental:** Según MINAM (10), se refiere a la condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un determinado espacio geográfico. La calidad ambiental se puede ver impactada, positiva o negativamente, por la acción humana; poniéndose en riesgo la integridad del ambiente, así como la salud de las personas.

2. **Contaminación ambiental:** Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente (10).
3. **Contaminación Sonora:** Presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano (10).
4. **Contaminante ambiental:** Toda materia o energía que al incorporarse o actuar en el ambiente degrada o altera su calidad a niveles no adecuados para la salud y el bienestar humano y/o ponen en peligro los ecosistemas (10).
5. **Contaminante del Aire:** Sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera riesgos a la salud y al bienestar humano (10).
6. **Ecoeficiencia:** Está referida a producir más bienes y servicios con menos impacto ambiental. En el ámbito productivo, está referida a lograr un estado óptimo de desempeño de la empresa con un enfoque amigable con el medio ambiente y responsable con la sociedad (10).
7. **Estándar de Calidad Ambiental (ECA):** Estándar ambiental que regula el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente (10).
8. **Estándares de Calidad del Aire:** Aquellos que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana, los que deberán alcanzarse a través de mecanismos y plazos detallados en la norma (10).

9. **Impacto Ambiental:** Alteración, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto. El “impacto” es la diferencia entre qué habría pasado con la acción y que habría pasado sin ésta (10).
10. **Los impactos ambientales**, según (10), pueden ser:
- Directos. Efectos ocasionados por la acción humana sobre los componentes del ambiente, con influencia directa sobre ellos, definiendo su relación causa-efecto.
 - Indirectos. Efectos ocasionados por la acción humana sobre los componentes del ambiente, a partir de la ocurrencia de otros con los cuales están interrelacionados o son secuenciales.
 - Sinérgicos. Efecto o alteración ambiental que se produce como consecuencia de varias acciones, y cuya incidencia final es mayor a la suma de los impactos parciales de las modificaciones causadas por cada una de las acciones que lo generó.
 - Acumulativos. Impacto sobre el ambiente ocasionado por proyectos desarrollados o por desarrollarse en un espacio de influencia común, los cuales pueden tener un efecto sinérgico. Los impactos acumulativos pueden ser resultado de actuaciones de menor importancia vistas individualmente, pero significativas en su conjunto.
11. **Límite Máximo Permisible (LMP):** Instrumento de gestión ambiental que regula la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente (10).
12. **Responsabilidad Ambiental:** El causante de la degradación del ambiente y de sus componentes, sea una persona natural o jurídica, pública o privada, está obligado a adoptar excusablemente las medidas para su restauración,

rehabilitación o reparación según corresponda o, cuando lo anterior no fuera posible, a compensar en términos ambientales los daños generados, sin perjuicio de otras responsabilidades administrativas, civiles o penales a que hubiera lugar (10).

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Hipótesis

Hipótesis Nula:

H_0 : No existe una relación significativa entre la instalación de sistemas fotovoltaicos y los cambios observados en el medio ambiente y las condiciones de vida de las comunidades rurales.

Hipótesis Alterna

H_1 : La instalación de sistemas fotovoltaicos sí tiene un impacto significativo, tanto en términos ambientales como en la mejora de las condiciones de vida de las comunidades rurales.

2.2. Variables y su operacionalización

2.2.1. Variables

➤ **Variable independiente:**

Instalación de Sistemas Fotovoltaicos

Indicadores

- Número de Sistemas Instalados: Contar el número de paneles solares y sistemas completos instalados.
- Fecha de Instalación: Registrar las fechas en que los sistemas fueron instalados.

➤ **Variable dependiente**

Impactos Ambientales y sociales

Indicadores

- Calidad del aire
- Contaminación sonora

- Acceso a Electricidad: Porcentaje de hogares y establecimientos conectados al sistema fotovoltaico (encuestas y registros de instalación).

2.2.2. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Tipo por su naturaleza	Indicadores	Escala de medición	Categorías	Valores de la categoría	Medios de verificación
Variable Dependiente: Impactos Ambientales	Los efectos que la instalación de los sistemas fotovoltaicos tiene sobre el medio ambiente local y las condiciones de vida de las comunidades rurales	Cualitativa/Cuantitativa	Calidad del aire	Continua	ECA	Variable	Instrumentos de medición: Detector de gases y sonómetro
			Contaminación sonora	Continua	ECA	Variable	
Variable Independiente Instalación de Sistemas Fotovoltaicos	La implementación de sistemas de generación de electricidad a partir de energía solar en comunidades rurales.	Cualitativa/Cuantitativa	Número de Sistemas Instalados: Individual y central	Discreta	Según el proyecto	Según el proyecto	
			- Fecha de Instalación:	Discreta	Según el proyecto	Según el proyecto	

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

Para la investigación se adoptó un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión integral de los impactos ambientales en la instalación de sistemas fotovoltaicos para generación eléctrica en las comunidades de las cuencas del Napo y Curaray. El tipo de Investigación es descriptiva, exploratoria, explicativa y diseño Transversal y no experimental.

3.2. Diseño muestral

3.2.1. Población de estudio

Conformada por 41 Comunidades rurales en las cuencas de los ríos Napo y Curaray, involucradas en el proyecto de Instalación de sistemas fotovoltaicos en la región de Loreto, Perú.

3.2.2. Tamaño de la muestra

Se seleccionará una muestra representativa de comunidades conformada por nueve (09) comunidades de las cuencas del Napo y Curaray de cercanías y fácil acceso, donde se viene instalando los sistemas fotovoltaicos.

3.2.3. Tipo de Muestreo y Procedimiento de Selección de la Muestra

Para el monitoreo de los parámetros ambientales se utilizaron diferentes instrumentos.

Para medir el nivel de ruido se utilizó el sonómetro digital marca Hangzhou Aihua, modelo AWA, con micrófono de alcance de 20 a 140dB que indica el

nivel acústico (promediado en el tiempo) de las ondas sonoras que influyen sobre el micrófono.

Para la medición se siguió el siguiente procedimiento:

- Calibración inicial del sonómetro (nivel de referencia: 94 dB a 1 kHz), registrándose la señal en intervalos de 60 segundos.
- Ubicación y orientación apropiada del sonómetro hacia la potencial futura fuente de emisión.

Para el monitoreo de calidad de aire se utilizó el Detector de gases ANALIZADOR LEL, ANALIZADOR DE CO₂, ANALIZADOR COV marca Bosean, modelo K-600, con certificado de calibración de analizador de gases de emisiones. Para el monitoreo de las emisiones se tomó en cuenta las condiciones ambientales (temperatura ambiental, humedad relativa, etc), antes del procedimiento de tomas de muestra se tiene en cuenta el ajuste en cero.

3.2.4. Validez y confiabilidad del instrumento

El instrumento empleado para medir el nivel de ruido ambiental es el Sonómetro digital marca HANGZHOU AIHUA, modelo AWA, con micrófono de alcance de 20 a 140dB,

Instrumento calibrado:	SONÓMETRO DIGITAL
Clase	: 1
Marca	: HANGZHOU AIHUA
Modelo	: AWA6228+
N° de serie	: 00326637
Micrófono	: AWA14425
Alcance	: 20 A 140 dB
Resolución	: 0,1 dB

Código : ENV-ESON-008
Procedencia : CHINA
Serie de micrófono : 58849
Lugar de calibración : LABORATORIO DE ACÚSTICA DE ALAB
Fecha de calibración : 2023-12-12
Método de calibración: La calibración se realizó siguiendo el PC-023
Procedimiento para calibración de sonómetros. Primera Edición – enero 2017.
INACAL.

Este instrumento para monitoreo de ruido ambiental cuenta con certificado de calibración N°LAA-0082-2023, expediente 002450, con fecha de emisión 12-12-2023, a solicitud de ENVIROMENTAL GROUP TECHNOLOGY S.R.L. LABORATORIO DE CALIBRACION ACREDITADO POR EL ORGANISMO ALAB. CON CERTIFICADO #6032.01 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017

Para el monitoreo de la calidad de aire se empleó el instrumento Detector de gases ANALIZADOR LEL, ANALIZADOR DE CO2, ANALIZADOR COV marca Bosean, modelo K-600, de las siguientes características:

Instrumento calibrado : ANALIZADOR LEL
Marca : BOSEAN
Modelo : K-600
N° de serie : 230846176
Código : ENV-DTG-001
Alcance : 0 A 100%
Resolución : 1%
Procedencia : CHINA
Sensor : LEL
Lugar de calibración : LABORATORIO DE GASES DE ALAB.
Fecha de calibración : 23-11-27

Método de calibración : MVAL-LAB-4: Procedimiento de
Calibración de gases de emisiones.
Rev.00:2020 ALAB.

Instrumento calibrado : ANALIZADOR DE CO2

Marca : BOSEAN

Modelo : K-600

N° de serie : 230846176

Código : ENV-DTG-001

Alcance : 0 A 5%

Resolución : 0,01%

Procedencia : CHINA

Sensor : CO2

Lugar de calibración : LABORATORIO DE GASES ALAB.

Fecha de calibración : 2023-11-27

Método de calibración : MVAL-LAB-4: Procedimiento de
Calibración de gases de emisiones.
Rev.00:2020 ALAB.

Instrumento calibrado : ANALIZADOR VOC

Marca : BOSEAN

Modelo : K-600

N° de serie : 230846176

Código : ENV-DTG-001

Alcance : 0 A 100ppm

Resolución : 1ppm

Procedencia : CHINA

Sensor : C4H8

Lugar de calibración : LABORATORIO DE GASES ALAB.

Fecha de calibración : 23-11-27

Método de calibración : MVAL-LAB-4: Procedimiento de
Calibración de gases de emisiones.
Rev.00:2020 ALAB.

Este instrumento para monitoreo de la calidad del aire cuenta con certificado de calibración N°LG-0060-2023, expediente 002296, con fecha de emisión 27-11-2023, a solicitud de ENVIROMENTAL GROUP TECHNOLOGY S.R.L. LABORATORIO DE CALIBRACION ACREDITADO POR EL ORGANISMO ALAB. CON CERTIFICADO #6003.01 SEGÚN ISO/IEC 17025:2017

3.3. Procedimientos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó la observación directa y medición In situ: Se realizó mediciones In situ con los equipos adecuados para verificar el estado de los parámetros ambientales. Para ello se utilizará instrumentos y equipos adecuados.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Los datos fueron procesados en Software Excel o SPSS 24. Inicialmente se construyó una base de datos con los resultados de las mediciones de los parámetros ambientales, a partir de ellos se realizó el Análisis Descriptivo a fin de resumir las características básicas de las evaluaciones In situ de los parámetros ambientales y se contrastó con los límites máximos permitidos de los ECA de la normativa nacional ambiental para verificar su cumplimiento.

3.5. Aspectos éticos

Los aspectos éticos que se consideró en el estudio incluyen, el consentimiento informado sobre sobre los objetivos de la investigación, los riesgos y beneficios

potenciales, y su derecho a retirarse de la investigación en cualquier momento. Asimismo, se garantizó la privacidad de los participantes y no divulgar información personal sin su consentimiento y el respeto por la cultura y las tradiciones de las comunidades locales que participaron en la investigación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Características de los sistemas fotovoltaicos instalados

En la instalación del sistema de electrificación rural de la cuenca del río Napo se instalaron dos sistemas fotovoltaicos de las siguientes características:

4.1.1. Sistemas fotovoltaicos individuales

El sistema de generación fotovoltaico individual de uso doméstico tiene las siguientes características:

Módulos de panel solar	: 150 Wp Tipo Policristalino
Banco de Baterías	: 1x150 Ah de 12 V
Inversor DC/AC	: 375 VA, 12 Vdc – 220 Vac.
Soporte	: Tubos y perfiles de F° G°

El sistema de generación fotovoltaico individual de uso comunal tiene las siguientes características.

Módulos de panel solar	: 2x65 Wp Tipo Policristalino
Banco de baterías	: 2 x100Ah de 12V
Sistema de Distribución	: 375 VA, 24 Vdc -220 vac
Soporte	: Tubos y perfiles de F° G°

4.1.2. Sistema fotovoltaico centralizado

Los Sistemas de Generación Fotovoltaicos Centralizados están configurados en 8 arreglos, los cuales son: 7,2; 9,6; 12; 14,4; 16,8; 19,2; 21,6 y 24 kWp. Y sus características principales se detallan a continuación:

- Sistema de Generación.
 - Módulos Fotovoltaicos de 400 Wp, tipo monocristalino
- Sistema Integrado de Acumulación, Control y Potencia (SIACP)

- Controlador MPPT 250/100.
- Inversor/cargador 5 kVA (3,7 kW).
- Inversor/cargador 8 kVA (5,5 kW).
- Inversor/cargador 10 kVA (6,5 kW).
- Inversor/cargador 15 kVA (10 kW).
- Control y monitoreo (C y M) del SIACP.
- Batería de Litio - Ferrofosfato (LiFePQ4) de 3,5 kWh.
- Puerto HUB (Agrupador de baterías). Gabinete de baterías.
- Kit de cables de conexión entre baterías.
- Sistema de Distribución Eléctrica
 - Transformador monofásico de 0,22/0,46-0,23 kV, 5 kVA; incluido tablero de distribución.
 - Transformador monofásico de 0,22/0,46-0,23 kV, 10 kVA; incluido tablero de distribución.
 - Transformador monofásico de 0,22/0,46-0,23 kV, 15 kVA; incluido tablero de distribución.
- Sistema de Protección contra Descargas Eléctricas Atmosféricas.
 - Pararrayo. Con Dispositivo de Cebado DAT CONTROLER REMOTE 15, de 32 m de radio de protección para NIVEL I.

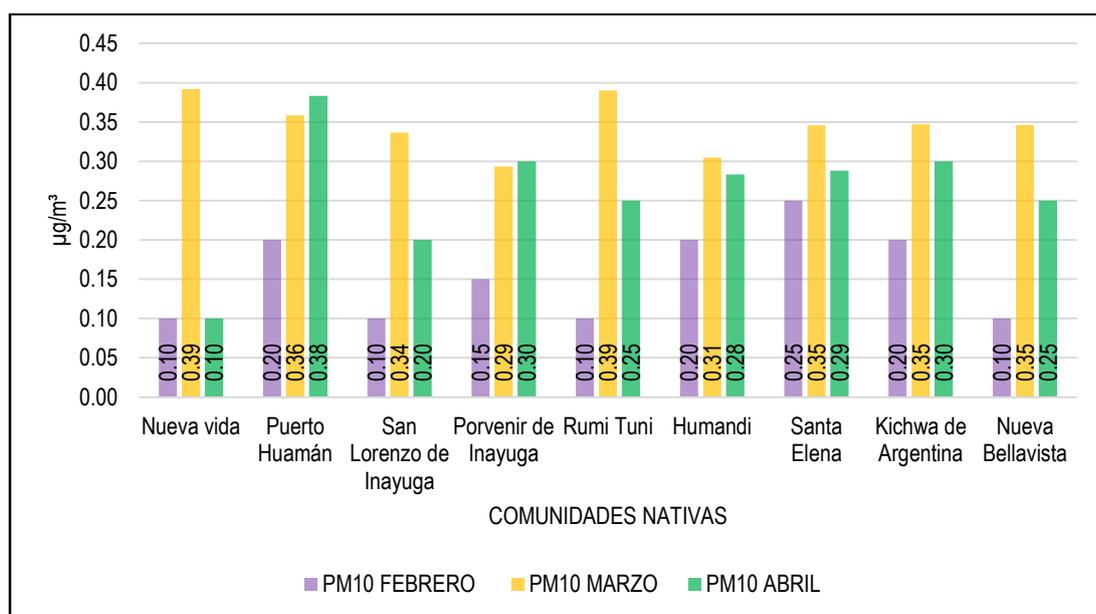
Por las características de las comunidades del distanciamiento de las viviendas se instalaron los dos sistemas en cada una de las comunidades para garantizar el acceso de energía eléctrica a la comunidad.

4.2. Impactos en los parámetros ambientales del aire

4.2.1. Nivel de Material Particulado PM10 en comunidades intervenidas

En la gráfica 1 se muestra los niveles de concentración de Material Particulado (PM10) durante los 3 meses de monitoreo. Los niveles de concentración varían desde 0.10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta 0.39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las 9 comunidades nativas, estos niveles de concentración se encuentran por debajo del estándar de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ diarias establecidas en el Estándar de Calidad Ambiental de aire mediante el Decreto Supremo 003-2017-Minam. Esto indica que la calidad del aire en el área de construcción del proyecto no presentó riesgos para la salud de los trabajadores y otras personas expuestas.

Gráfica 1. Monitoreo de Material Particulado PM10

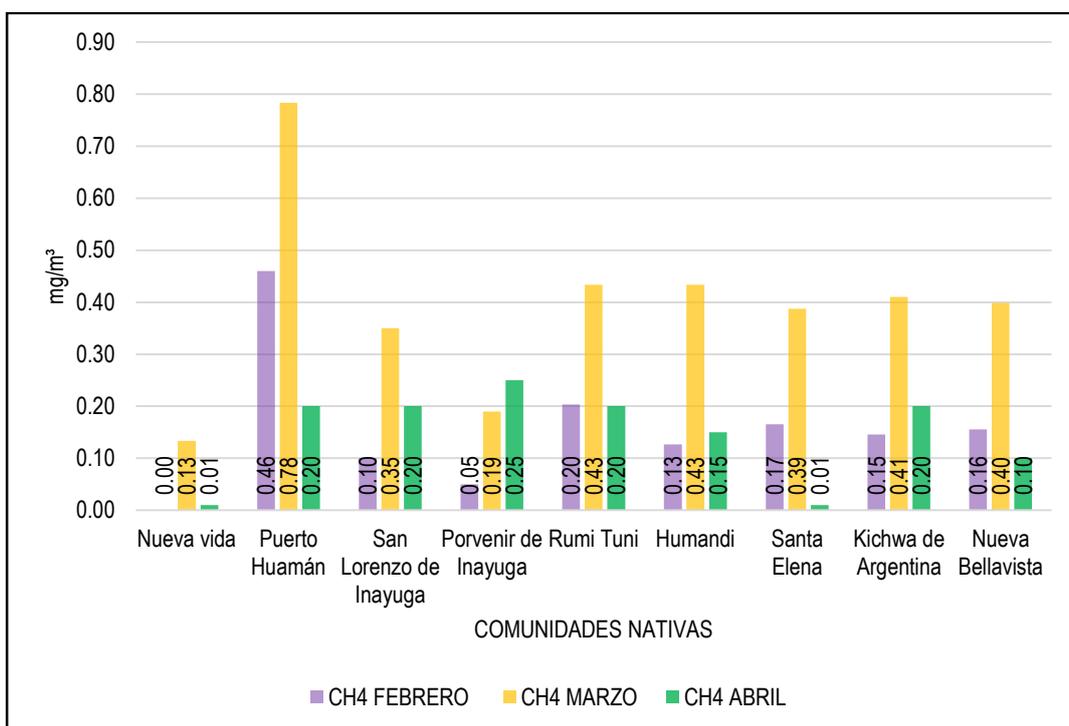


Fuente: Monitoreo de parámetros ambientales. Febrero, marzo, abril, 2024.

4.2.2. Niveles de Metano CH4 en las comunidades intervenidas

En la gráfica 2 se muestran los niveles de concentración de metano, varían de 0.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 0.78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las 9 comunidades nativas, estos niveles de concentración se encuentran por debajo de los estándares de 5000ppm diarias. Esto indica que la calidad del aire en el área de construcción del proyecto no presentó riesgos para la salud de los trabajadores y otras personas expuestas.

Gráfica 2. Monitoreo de Metano CH4

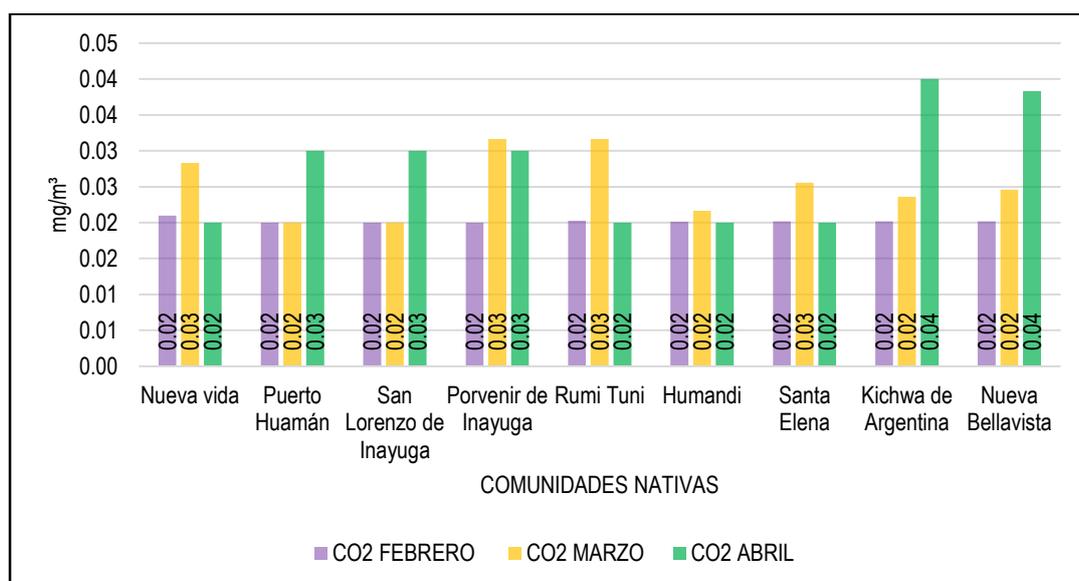


Fuente: Monitoreo de parámetros ambientales. Febrero, marzo, abril, 2024.

4.2.3. Niveles de Dióxido de Carbono CO2 en las comunidades intervenidas

En la gráfica 3 se muestran los niveles de concentración de Dióxido de Carbono, varían de 0.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 0.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las 9 comunidades nativas, éste gas contaminante tiene un límite de exposición diaria de 9000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o 5000ppm, de las cuales ninguna de las 9 comunidades monitoreadas se acerca a este valor, por lo tanto, no representa un riesgo para la salud.

Gráfica 3. Monitoreo de Dióxido de Carbono CO2

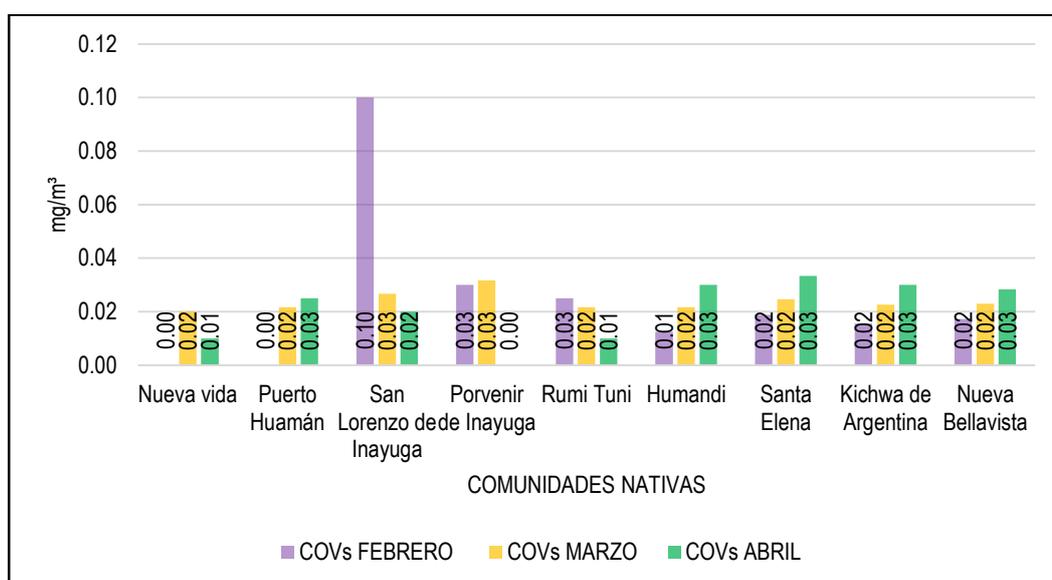


Fuente: Monitoreo de parámetros ambientales. Febrero, marzo, abril, 2024.

4.2.4. Compuestos orgánicos volátiles COVs

En la gráfica 4 se muestran los niveles de concentración de compuestos orgánicos volátiles, varían de $0.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ a $0.10\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las 9 comunidades nativas, según el estándar de calidad ambiental para COVs establece un valor de $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ para un período de exposición de 24 horas las cuales se encuentran por debajo del estándar y no representan un riesgo para la salud.

Gráfica 4. Monitoreo de Compuestos orgánicos volátiles COVs



Fuente: Monitoreo de parámetros ambientales. Febrero, marzo, abril, 2024.

4.3. Niveles de ruido ambiental en las comunidades intervenidas

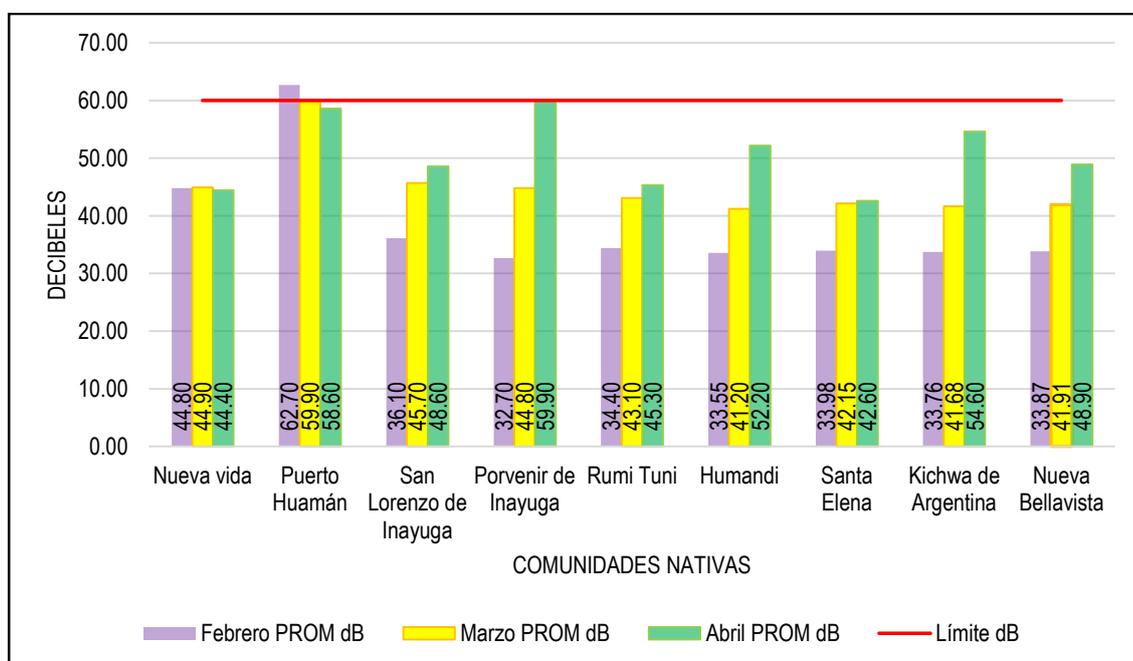
En la gráfica 5 se muestra el nivel de ruido ambiental de las 9 comunidades nativas monitoreadas durante el periodo de febrero, marzo y abril. Los niveles registrados en los puntos de medición cumplen el valor del estándar ambiental para ruido en horario diurno en zona residencial establecido en 60 dB(A).

El instrumento empleado para medir el nivel de ruido es el sonómetro digital (marca Soundtek 107s), que indica el nivel acústico (promediado en el tiempo) de las ondas sonoras que inciden sobre el micrófono.

Para la medición se siguió el siguiente procedimiento:

- Calibración inicial del sonómetro (nivel de referencia: 94 dB a 1 kHz), registrándose la señal en intervalos de 60 segundos.
- Ubicación y orientación apropiada del sonómetro hacia la potencial futura fuente de emisión.

Gráfica 5. Monitoreo de Ruido Ambiental en las Comunidades Nativas



Fuente: Monitoreo de parámetros ambientales. Febrero, marzo, abril, 2024.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. En relación a los sistemas fotovoltaicos instalados

Se implementaron dos tipos de sistemas fotovoltaicos en las 9 comunidades nativas de la cuenca del río Napo, adaptados a la realidad geográfica y a la dispersión de las viviendas en las comunidades. Un sistema individual para uso doméstico y un sistema comunitario integrado fueron necesarios debido a la lejanía de las viviendas y para asegurar el acceso equitativo a la energía eléctrica. La instalación de estos sistemas demuestra una adecuada adaptación tecnológica y una mejora en la calidad de vida de los habitantes al permitir acceso constante y sostenible a la electricidad.

5.2. En relación a los Impactos en los parámetros ambientales del aire

Durante el monitoreo de tres meses a los parámetros ambientales, los resultados de la calidad del aire mostraron que las concentraciones de Material Particulado (PM10) estuvieron por debajo del estándar de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (11). Este nivel indica que la construcción del proyecto no generó riesgos significativos para la salud de los trabajadores ni de la población local. Los niveles de metano (11), dióxido de carbono (11) y compuestos orgánicos volátiles (COVs) (11), también se mantuvieron dentro de los límites permisibles, lo cual sugiere una adecuada gestión y control ambiental en las comunidades nativas de instalación de los sistemas fotovoltaicos. En conjunto, estos datos reflejan que las medidas adoptadas para mitigar las emisiones han sido eficaces y han permitido mantener la calidad del aire dentro de niveles saludables.

5.3. En relación al ruido ambiental

El monitoreo de ruido en las comunidades nativas donde se instalaron los sistemas fotovoltaicos indicó que los niveles de ruido se mantuvieron dentro del

estándar ambiental para zonas residenciales en horario diurno (60 dB (12)). Esto es un indicador positivo de que la actividad del proyecto no generó una carga sonora que afectara el entorno ni la calidad de vida de los residentes. La conformidad con los estándares de ruido muestra que se han implementado medidas adecuadas para reducir el impacto acústico en las comunidades.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

Las evidencias sugieren que la instalación de sistemas fotovoltaicos en las comunidades nativas del río Napo ha logrado un equilibrio entre proporcionar acceso a energía renovable y minimizar los impactos negativos en el entorno y la salud comunitaria.

No existe una relación significativa entre la instalación de sistemas fotovoltaicos y los cambios observados en el medio ambiente y las condiciones de vida de las comunidades rurales, por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna

El uso de sistemas fotovoltaicos individualizados y comunitarios es un modelo replicable para otras áreas con similares características geográficas y demográficas en el ámbito de la región Loreto.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

1. Impulsar la Capacitación Comunitaria en el Uso y Mantenimiento de los Sistemas Fotovoltaicos, para asegurar la sostenibilidad de los sistemas instalados, es esencial que los miembros de las comunidades reciban capacitaciones regulares sobre el mantenimiento y el uso eficiente de la energía solar.
2. Implementar un Sistema de Monitoreo Continuo de la Calidad del Aire y el Ruido, dado que los niveles de contaminantes y ruido han cumplido con los estándares, se recomienda un sistema de monitoreo continuo que permita identificar cualquier variación que pudiera surgir con el tiempo o durante periodos de mayor actividad.
3. Establecer una Red de Cooperación para el Suministro de Repuestos y Mantenimiento debido a que la disponibilidad de piezas de repuesto y servicios técnicos es crucial para la sostenibilidad de estos sistemas en zonas remotas y que pueda asegurar una respuesta rápida y eficiente ante cualquier necesidad de mantenimiento, evitando interrupciones prolongadas en el servicio.

CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Bhattacharyya SC.** Mini-grid based electrification in Bangladesh: Technical configuration and business analysis. *Renewable Energy*. 2015;75:745-761.
2. **Hernández RR, Hoffacker MK, Field CB.** Efficient use of land to meet sustainable energy needs. *Nature Climate Change*. 2015;5(4):353-358.
3. **Koirala B, Koliou E, Friege J, Hakvoort RA, Herder PM.** Energetic communities for community energy: A review of key issues and trends shaping integrated community energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;56:722-744.
4. **Mainali B, Silveira S.** Alternative pathways for providing access to electricity in developing countries. *Renewable Energy*. 2015;72:172-178.
5. **Luque A, Hegedus S, eds.** *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. 2nd ed. John Wiley & Sons; 2011.
6. **Tenenbaum B, Greacen C, Siyambalapitiya T, Knuckles J.** *From the Bottom Up: How Small Power Producers and Mini-Grids Can Deliver Electrification and Renewable Energy in Africa*. The World Bank; 2014.
7. **Muthu SS, ed.** *Environmental Carbon Footprints: Industrial Case Studies*. Butterworth-Heinemann; 2018.
8. **Rogers EM.** *Diffusion of Innovations*. 5th ed. Free Press; 2003.
9. **Turney D, Fthenakis V.** Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2011;15(6):3261-3270.
10. **Ministerio del ambiente.** *Glosario de términos. Sitios contaminados*. Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental. 2015. Lima Perú. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>.
11. **Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.** Aprueba los estándares de calidad del aire. 2017. MINAM. Perú.
12. **Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.** Aprueba los estándares de calidad del ruido ambiental. 2003. PCM. Perú.

ANEXOS

1. Encuesta

¡Gracias por participar en esta encuesta! Su valiosa opinión nos ayudará a comprender los impactos ambientales en la instalación de sistemas fotovoltaicos en la región Loreto y a identificar oportunidades para mejorar su implementación y sostenibilidad.

Instrucciones:

Por favor, lea cada pregunta cuidadosamente y seleccione la respuesta que mejor represente su opinión o experiencia. Por favor, marque con una "X" la opción que mejor refleje su grado de acuerdo con cada afirmación. Sus respuestas son confidenciales y se utilizarán exclusivamente para fines de investigación.

Sección A: Datos Demográficos

Edad: Menos de 18 años (), 18-30 años (), 31-45 años ()
46-60 años (), Más de 60 años ()

Género: Masculino (), Femenino (), Otro ()

Nivel Educativo:

Sin educación formal ()
Educación primaria incompleta ()
Educación primaria completa ()
Educación secundaria ()
Educación superior ()

Sección B: Acceso a Electricidad

- Desde la instalación de los sistemas fotovoltaicos, el acceso a electricidad en mi hogar ha mejorado.
1 [] Totalmente en desacuerdo
2 [] En desacuerdo
3 [] Neutral
4 [] De acuerdo
5 [] Totalmente de acuerdo
- La cantidad de horas de electricidad disponible en mi hogar es suficiente para nuestras necesidades diarias.
1 [] Totalmente en desacuerdo
2 [] En desacuerdo
3 [] Neutral
4 [] De acuerdo
5 [] Totalmente de acuerdo

3. La calidad de la electricidad suministrada por los sistemas fotovoltaicos es adecuada.

1 Totalmente en desacuerdo

2 En desacuerdo

3 Neutral

4 De acuerdo

5 Totalmente de acuerdo

Sección C: Impacto Ambiental

4. Desde la instalación de los sistemas fotovoltaicos, he notado una disminución en la contaminación del suelo en mi comunidad.

1 Totalmente en desacuerdo

2 En desacuerdo

3 Neutral

4 De acuerdo

5 Totalmente de acuerdo

5. La calidad del agua en mi comunidad ha mejorado desde la instalación de los sistemas fotovoltaicos.

1 Totalmente en desacuerdo

2 En desacuerdo

3 Neutral

4 De acuerdo

5 Totalmente de acuerdo

6. La biodiversidad (variedad de plantas y animales) en mi comunidad se ha mantenido o mejorado después de la instalación de los sistemas fotovoltaicos.

1 Totalmente en desacuerdo

2 En desacuerdo

3 Neutral

4 De acuerdo

5 Totalmente de acuerdo

Sección D: Sostenibilidad del Proyecto

7. El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos se realiza de manera regular y adecuada.

1 Totalmente en desacuerdo

2 En desacuerdo

- 3 Neutral
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

8. Los costos de operación y mantenimiento del sistema fotovoltaico son manejables para la comunidad.

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En desacuerdo
- 3 Neutral
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

9. He recibido capacitación adecuada para entender y mantener el sistema fotovoltaico.

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En desacuerdo
- 3 Neutral
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

Sección E: Participación Comunitaria

10. La comunidad ha estado activamente involucrada en la toma de decisiones sobre la instalación y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos.

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En desacuerdo
- 3 Neutral
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

11. Me siento satisfecho con el nivel de participación comunitaria en el proyecto de sistemas fotovoltaicos.

- 1 Totalmente en desacuerdo
- 2 En desacuerdo
- 3 Neutral
- 4 De acuerdo
- 5 Totalmente de acuerdo

12. La capacitación comunitaria ha sido efectiva para empoderar a los miembros de la comunidad en el uso y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos.

1 Totalmente en desacuerdo

2 En desacuerdo

3 Neutral

4 De acuerdo

5 Totalmente de acuerdo

MUCHAS GRACIAS!

2. Matriz de consistencia

Título de la investigación	Problema de investigación	Objetivos de la investigación	Hipótesis	Tipo de diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento	Instrumento de recolección
IMPACTO AMBIENTAL DE LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN LA CUENCA DE LOS RÍOS NAPO Y CURARAY, LORETO, 2024	¿Cuáles son los impactos ambientales de la instalación de sistemas fotovoltaicos para la electrificación rural en las comunidades de las cuencas de los ríos Napo y Curaray, y cómo pueden estos sistemas ser implementados de manera sostenible en la región de Loreto? Locales de las cuencas en la operación y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos.	Objetivo general Evaluar los impactos ambientales de la instalación de sistemas fotovoltaicos para la electrificación rural en las comunidades de las cuencas de los ríos Napo y Curaray en la región de Loreto.	H ₀ : No existe una relación significativa entre la instalación de sistemas fotovoltaicos y los cambios observados en el medio ambiente y las condiciones de vida de las comunidades rurales. H ₁ : La instalación de sistemas fotovoltaicos sí tiene un impacto significativo, tanto en términos ambientales como en la mejora de las condiciones de vida de las comunidades rurales.	Enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos El tipo de Investigación es descriptiva, exploratoria, explicativa y diseño Transversal y no experimental.	Población de Estudio Conformada por 41 Comunidades rurales en las cuencas de los ríos Napo y Curaray. Se seleccionará una muestra representativa de comunidades conformada por nueve (09) comunidades	Entrevista a Dirigentes Comunales. Asimismo, se evaluará parámetros ambientales In situ con los equipos adecuados que dispone la unidad de monitoreo
		Identificar y cuantificar los impactos ambientales directos e indirectos de la instalación de sistemas fotovoltaicos en las cuencas de los ríos Napo y Curaray.				
		Evaluar la viabilidad técnica y logística de la instalación de sistemas fotovoltaicos en comunidades rurales remotas.				
		Desarrollar un marco de referencia para la capacitación y participación de las comunidades				

3. Fotografías

FOTO 1: Monitoreo de la calidad del aire Con Detector de Gases en la Comunidad Nativa Porvenir de Inayuga.



FOTO 2: Monitoreo de ruido ambiental con sonómetro digital en la Comunidad Nativa Porvenir de Inayuga.



FOTO 3: Imagen de instalación de los paneles solares dentro del proyecto de electrificación de las comunidades monitoreadas.



FOTO 4: Taller de educación ambiental en la institución educativa primaria de la Comunidad Nativa Puerto Huamán.



FOTO 5: imagen a 50m de distancia del proyecto para la toma de muestras de calidad de aire y ruido ambiental en la Comunidad Nativa Puerto Huamán.



FOTO 6: Charla de seguridad y educación ambiental dentro del proyecto en la Comunidad Nativa Santa Elena.



FOTO 7: Brigada de salida de campo para monitoreo.



FOTO 8: Vista dentro del proyecto en la Comunidad Nativa Kichwa de Argentina.



FOTO 9: Taller de información de los sistemas fotovoltaicos en la Comunidad Nativa Nueva Bellavista.



FOTO 10: Comunidad Nativa San Lorenzo de Inayuga.

