



**FACULTAD DE POSTGRADO
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**PROPUESTA DE SOCIALIZACIÓN DEL IMPACTO DE LA
INCORPORACIÓN DE 20 MW DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN
EL MUNICIPIO DE SAN IGNACIO, HONDURAS.**

SUSTENTADO POR:

KEVIN DANIEL ESCOBER TORRES

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE

**MÁSTER EN
GESTION DE ENERGIAS RENOVABLES**

TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZAN, HONDURAS, C.A.

JULIO, 2025

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTORA

ROSALPINA RODRÍGUEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO NACIONAL

JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

DECANA FACULTAD DE POSTGRADO

ANA DEL CARMEN RETTALLY VARGAS

**PROPUESTA DE SOCIALIZACIÓN DEL IMPACTO DE LA
INCORPORACIÓN DE 20 MW DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN
EL MUNICIPIO DE SAN IGNACIO, HONDURAS.**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

MÁSTER EN

GESTION DE ENERGIAS RENOVABLES

ASESOR METODOLOGICO

SANDRA MARÍA SALAZAR CRUZ

ASESOR TEMATICO

ROLANDO ALBERTO CASTILLO GARCIA

MIEMBROS DE LA TERNA:

PHD. MINA GARCIA

ING. RIGOBERTO RODRIGUEZ

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2025
Kevin Daniel Escobar Torres

Todos los derechos son reservados.



FACULTAD DE POSTGRADO

PROPUESTA DE SOCIALIZACIÓN DEL IMPACTO DE LA INCORPORACIÓN DE 20 MW DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN EL MUNICIPIO DE SAN IGNACIO, HONDURAS.

Kevin Daniel Escobar Torres

Resumen

El presente estudio propone una estrategia de socialización para informar a la población del municipio de San Ignacio, Honduras, sobre los impactos técnicos, ambientales y socioeconómicos derivados de la incorporación de 20 MW de energía geotérmica al Sistema Interconectado Nacional. A través de un enfoque mixto, se aplicaron encuestas a la población local y se desarrollaron análisis técnicos y ambientales para evaluar la viabilidad y la percepción del proyecto. Los resultados indican que existe una alta percepción de inestabilidad en el servicio eléctrico actual, así como una disposición positiva hacia el proyecto, siempre que se garantice empleo local, beneficios tangibles y protección ambiental. Además, la simulación técnica demostró mejoras en la calidad del servicio eléctrico con la incorporación de energía geotérmica. La propuesta plantea mecanismos de comunicación, participación ciudadana y monitoreo que buscan generar confianza, informar de forma transparente y fomentar el desarrollo sostenible en la comunidad.

Palabras claves: Energía geotérmica, impacto social, impacto ambiental, impacto técnico, socialización.



GRADUATE SCHOOL

PROPOSAL FOR THE SOCIALIZATION OF THE IMPACT OF THE INCORPORATION OF 20 MW OF GEOTHERMAL ENERGY IN THE MUNICIPALITY OF SAN IGNACIO, HONDURAS.

Kevin Daniel Escobar Torres

Abstract

This study proposes a socialization strategy to inform the population of San Ignacio, Honduras, about the technical, environmental, and socioeconomic impacts of incorporating 20 MW of geothermal energy into the National Interconnected System. Using a mixed-methods approach, surveys were conducted with local residents, and technical and environmental analyses were developed to assess the project's feasibility and community perception. Results show a high perception of instability in the current electrical service and a generally positive attitude toward the project, provided that local employment, visible benefits, and environmental protection are ensured. The technical simulation demonstrated improvements in voltage stability and network performance with the inclusion of geothermal energy. The proposal includes communication strategies, citizen participation mechanisms, and monitoring tools to build trust, ensure transparency, and promote sustainable development in the community.

Palabras claves: geothermal energy, social impact, environmental impact, technical impact, community engagement.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, quien ha sido mi guía, mi fuerza y mi refugio en cada momento de este camino. Sin Él, nada de esto hubiera sido posible. A mi familia, por ser mi mayor tesoro y el pilar que me sostiene. A mi pareja y madre de mi hermoso hijo Fernanda, gracias por acompañarme con amor y mucha paciencia a lo largo de todo este proceso, por creer en mí incluso cuando yo dudaba. A mi hijo Liam Mateo, mi mayor motivo de superación, este logro también es tuyo, porque quiero que veas en mí un ejemplo de esfuerzo y dedicación. Todo lo que hago, lo hago pensando en dejarte un camino lleno de posibilidades. A mis padres, y en especial a mi mamá Ela, por su amor, apoyo incondicional y sus oraciones constantes. Gracias por enseñarme a nunca rendirme. A mi hermano Javier Eduardo, porque tu disciplina, sacrificio y ejemplo han sido una inspiración silenciosa pero poderosa en mi vida. Y en los momentos más difíciles de esta etapa, me aferré con fuerza a una promesa que me sostuvo con esperanza: **“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vayas.” (Josué 1:9)**. A todos ustedes, con todo mi corazón: gracias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por darme la fuerza, la paciencia y la sabiduría necesarias para llegar hasta aquí, en los momentos de cansancio, duda y estrés, fue Él quien me sostuvo. Agradezco profundamente a todos los docentes de UNITEC por compartir sus conocimientos y de manera especial a la Máster Sandra Salazar, por su paciencia, orientación y constante apoyo durante este proceso de tesis. Gracias a todos quienes me brindaron información valiosa para construir este trabajo y al municipio de San Ignacio, por su colaboración y sugerencias durante la fase de encuestas. A mi familia, mi motor principal, por motivarme cada día y creer en mí. A mis amigos y compañeros, por sus palabras de ánimo y compañía en este camino. Esta tesis es el resultado de muchas manos, corazones y oraciones que me ayudaron a no rendirme.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.5 JUSTIFICACIÓN	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	7
2.2 CONCEPTUALIZACIÓN.....	14
2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO	20
2.3.1 BASES TEÓRICAS.....	20
2.3.2 METODOLOGÍAS DESARROLLADAS	22
2.4 MARCO LEGAL.....	25
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	28
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA	28
3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA	28
3.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO.....	33
3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	34
3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS.....	36
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.3.1 POBLACIÓN.....	37
3.3.2 MUESTRA	38
3.3.3 TÉCNICAS DE MUESTREO	39
3.4 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS.....	40
3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN	40
3.5.1 FUENTES PRIMARIAS	40

3.5.2	FUENTES SECUNDARIAS	41
3.6	LIMITACIONES DE ESTUDIO.....	42
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS		43
4.1	INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
4.2	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS.....	45
4.2.1	RESULTADOS CUANTITATIVOS	45
4.2.2	ANÁLISIS CUALITATIVO	48
4.3	ANÁLISIS INFERENCIAL Y MODELOS APLICADOS	85
4.4	ANÁLISIS INVESTIGATIVO	86
4.4.1	ASPECTO TECNICO	86
4.4.2	ASPECTO AMBIENTAL	92
6.5.2.1	CALIDAD DEL AGUA	93
6.5.2.1	EMISIONES	94
6.5.2.1	FLORA Y FAUNA.....	95
4.4.3	ASPECTO SOCIECONOMICO	97
4.4.3.1	GENERACION DE EMPLEO	97
4.4.3.2	INGRESOS LOCALES Y DESARROLLO ECONOMICO	98
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		100
5.1	CONCLUSIONES	100
5.2	RECOMENDACIONES.....	102
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD.....		103
6.1	NOMBRE DE LA PROPUESTA.....	103
6.2	OBJETIVOS DE LA PROPUESTA.....	103
6.3	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	103
6.4	ALCANCE DE LA PROPUESTA	104
6.5	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO	105
6.5.1	DESCRIPCIÓN	105
6.5.2	DESARROLLO	105
6.5.2.1	FASE 1: PREPARACIÓN, ACERCAMIENTO Y RECONOCIMIENTO CON LA COMUNIDAD.....	107
6.6	MEDIDAS DE CONTROL	116

PROCESO DE RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS	117
6.7 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO.....	118
6.8 CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA	
120	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
ANEXOS	127
.....	127
ANEXO 1. ENCUESTA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	127
GLOSARIO	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de la capacidad instalada en Honduras 2023	12
Figura 2. Mapa de puntos de interés geotérmico en el país.....	13
Figura 4. Esquema de variables de estudio	33
Figura 5. Diagrama de enfoque y métodos de investigación	36
Figura 6. Frecuencia de interrupción de energía eléctrica en San Ignacio	48
Figura 7. Tiempo de duración de las interrupciones eléctricas.....	50
Figura 8. Presencia de bajones de voltaje en la vivienda.....	51
Figura 9. Cumplimiento adecuado del suministro eléctrico en la comunidad.....	52
Figura 10. Percepción del mejoramiento del servicio con la incorporación de la Geotérmica	53
Figura 11. Percepción de adaptación del sistema eléctrico actual con nuevas fuentes de generación.....	54
Figura 12. Importancia de que la red este correctamente sincronizada	55
Figura 13. Preocupación de que la Geotérmica cause inestabilidad en la red	56
Figura 14. Percepción de la implementación de sistemas de protección	58
Figura 15. Percepción de la afectación de la calidad de agua.....	59
Figura 16. Percepción de cambios en ríos o fuentes cercanas	60
Figura 17. Percepción de contaminación de agua con la incorporación de la Geotérmica	61
Figura 18. Utilización de agua del entorno	62
Figura 19. Percepción de causar erosión en el suelo	63
Figura 20. Percepción de contaminación del terreno por uso de químicos	64
Figura 21. Percepción de afectación de la vegetación	65
Figura 22. Percepción de creación de fisuras y grietas.....	66
Figura 23. Percepción de emisión de gases	67
Figura 24. Percepción de emisión de olores desagradables.....	67
Figura 25. Percepción de emisión de ruidos y vibraciones.....	69
Figura 26. Percepción del aumento de calor.....	70
Figura 27. Percepción de generación de empleo	71
Figura 28. Percepción del tipo de empleo generado.....	72
Figura 29. Percepción del tipo de contrato	73
Figura 30. Importancia de prioridad de contratación.....	74

Figura 31. Percepción de aumento de ingresos generales.....	75
Figura 32. Percepción de atracción de la inversión	76
Figura 33. Percepción de la diversificación de la economía local	77
Figura 34. Conocimiento acerca del proyecto	78
Figura 35. Disposición de participación en consultas publicas	79
Figura 36. Percepción de confianza en las autoridades	80
Figura 37. Percepción de apoyo a obras sociales.....	81
Figura 38. Percepción de beneficios reales.....	82
Figura 39. Percepción de mejoras en carreteras, escuelas o edificios públicos.....	83
Figura 40. Percepción de apoyo a la cultura y educación local	84
Figura 41. Mapa demostrativo de punto de generación, punto de conexión distribuida y punto de subestación.....	86
Figura 42. Perfil de carga en la barra de distribución subestación Guaimaca	87
Figura 43. Mediciones en la barra de distribución subestación Guaimaca.....	87
Figura 44. Perfil de voltaje en función de la distancia recorrida de las fases del circuito.....	88
Figura 45. Mediciones en la barra de distribución subestación Guaimaca.....	90
Figura 46. Perfil de voltaje en función de la distancia recorrida de las fases del circuito.....	90
Figura 47 - Equipo de proyecto	107
Figura 48. Mapa de actores.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estado actual del desarrollo de seis campos geotérmicos.....	14
Tabla 2. Matriz metodológica.....	29
Tabla 3. Matriz de Operacionalización de Variables.....	34
Tabla 4. Población por edad San Ignacio.....	37
Tabla 5. Significado de Variables de la Fórmula de Muestreo.....	39
Tabla 6. Resultados de encuesta aplicada con relación a la parte técnica	45
Tabla 7. Resultados de encuesta aplicada con relación a la parte ambiental	46
Tabla 8. Resultados de encuesta aplicada con relación a la parte Socioeconómica	47
Tabla 9. Resumen de valores de voltaje (en p.u.) en la cola de las fases del circuito antes y después de la incorporación de potencia en San Ignacio	92
Tabla 10 - Matriz de influencia de stakeholders.....	110
Tabla 11. Mensajes a comunicar a la población	111
Tabla 12. Estrategias de comunicación adaptadas a cada actor clave identificado	113
Tabla 13. Indicadores cualitativos y cuantitativos.....	115
Tabla 14. Cronograma de actividades y presupuesto.....	118
Tabla 15. Presupuesto para la identificación de líderes	118
Tabla 16. Presupuesto para socializar la información	119
Tabla 17. Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta.....	120

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la demanda de electricidad sigue creciendo y es fundamental buscar fuentes de energía más sostenibles y eficientes. La energía geotérmica, que aprovecha el calor del interior de la Tierra, se presenta como una excelente opción para diversificar la producción energética en Honduras. En particular, el municipio de San Ignacio tiene un gran potencial para este tipo de energía, lo que abre nuevas oportunidades para mejorar el suministro eléctrico en la zona.

Este estudio tiene como objetivo, estructurar una propuesta de socialización que informe a la comunidad de San Ignacio sobre el impacto técnico, ambiental y socioeconómico de la incorporación de la energía geotérmica en la matriz energética, con el fin de facilitar su comprensión, generar participación y fomentar una toma de decisiones informada y equitativa.

Para lograrlo, se recopilarán datos sobre la estabilidad del sistema eléctrico, se realizarán mediciones en campo y se analizarán experiencias previas en otra comunidad con un proyecto similar y también es clave conocer la opinión de los habitantes de San Ignacio para entender sus expectativas y preocupaciones sobre este proyecto.

Más allá del análisis técnico, esta investigación busca ofrecer información clara y útil tanto para las autoridades como para la comunidad. A menudo, los proyectos energéticos se desarrollan sin que la población local comprenda sus verdaderos impactos.

En resumen, este trabajo ayudará a entender cómo la energía geotérmica puede integrarse de manera eficiente en San Ignacio, garantizando que su implementación de sea sostenible y beneficiosa para todos.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

San Ignacio, un municipio del departamento de Francisco Morazán, Honduras, ha lidiado durante años con serios problemas en su infraestructura eléctrica. La red de distribución de media tensión es antigua y no recibe el mantenimiento necesario, lo que se traduce en un servicio inestable y de baja calidad. Para los habitantes, esto significa apagones frecuentes y variaciones en el voltaje que afectan su día a día, dañando electrodomésticos, dificultando el acceso a servicios básicos y frenando el crecimiento económico de la comunidad.

A nivel nacional, Honduras ha experimentado una crisis energética agravada por el estado obsoleto de su red de distribución. Según informes, en los primeros siete meses de 2022 se registraron cerca de 6,000 fallos en el sistema eléctrico, con un promedio de 30 interrupciones diarias (La Prensa, 2022). Esta problemática no solo impacta la confiabilidad del servicio, sino que también genera pérdidas económicas significativas y afecta la competitividad del país.

La cobertura eléctrica ha mostrado avances en las últimas décadas. El índice de cobertura eléctrica (ICE) 2022 es de 85.63%, en el sector urbano ICE es de 94.49% y en el rural de 74.47%. Los departamentos con menor ICE son Gracias a Dios (12.64%), Intibucá (66.25%) y Lempira (70.9%). Por otro lado, Islas de la Bahía (98.45%), Cortés (96.23%), y Francisco Morazán (93.05%) son los departamentos que presentan los primeros lugares de cobertura. (SEN, 2023).

La incorporación de fuentes de energía renovable, como la geotérmica, se ha planteado como una solución viable para mejorar la estabilidad y eficiencia del sistema eléctrico en regiones con deficiencias en la red de distribución.

(Tanja Faller & Rigoberto Salazar, s. f.): La energía geotérmica, una fuente renovable que aprovecha el calor interno de la Tierra, ha emergido como una alternativa prometedora para diversificar la matriz energética global y reducir la dependencia de combustibles fósiles. En el contexto de Honduras, país con un significativo potencial geotérmico, la exploración y desarrollo de esta fuente de energía se presentan como una oportunidad para impulsar el desarrollo sostenible y mejorar la seguridad energética.

(BEN2023-1.pdf, s. f.): La energía geotérmica ofrece ventajas técnicas significativas para la integración a la red eléctrica. Su capacidad de generación constante y estable, independiente de las variaciones climáticas, la convierte en una fuente de energía base confiable.

La sociabilización del proyecto geotérmico en San Ignacio es crucial para garantizar su aceptación y éxito. La participación de la comunidad local en el proceso de planificación y desarrollo del proyecto, así como la transparencia en la comunicación de los beneficios y riesgos, son fundamentales para generar confianza y apoyo (Pasquina, 2024). Además, es importante considerar las necesidades y expectativas de la comunidad local, y asegurar que el proyecto contribuya al desarrollo sostenible de la región (Bridge et al., 2013).

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Honduras, la diversificación de la matriz energética es clave para mejorar la estabilidad y sostenibilidad del sistema eléctrico. En el municipio de San Ignacio, la incorporación de energía geotérmica a la red de media tensión representa una oportunidad para fortalecer el suministro eléctrico y reducir la dependencia de fuentes fósiles en el país. Sin embargo, a pesar de sus beneficios, la falta de un plan de socialización que informe a la comunidad sobre los efectos técnicos, ambientales y socioeconómicos de su implementación genera incertidumbre y resistencia al cambio. Esta ausencia de información accesible y clara podría afectar la aceptación del proyecto y dificultar su ejecución de manera eficiente y sostenible.

1.3.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Falta de un análisis de los impactos sociales, ambientales y técnicos de la incorporación de 20 MW de energía geotérmica a la red de distribución en el Municipio de San Ignacio, Honduras, así como de un plan de socialización de los resultados a la comunidad.

1.3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las constantes interrupciones del servicio eléctrico y las fluctuaciones de voltaje son manifestaciones de una infraestructura obsoleta y mal mantenida, lo que genera descontento en la población y afecta actividades productivas esenciales.

La falta de inversión en la modernización y ampliación de la infraestructura eléctrica ha perpetuado estas deficiencias. Aunque a nivel nacional se han anunciado proyectos para la construcción y ampliación de subestaciones eléctricas con el objetivo de mejorar el servicio (SEN, 2023), la implementación efectiva de estas iniciativas en municipios como San Ignacio sigue siendo limitada.

La propuesta de incorporar 20 MW de energía geotérmica en la red de distribución de media tensión de San Ignacio surge como una alternativa para mitigar los problemas existentes. Sin embargo, es necesario realizar un análisis exhaustivo del impacto técnico, ambiental y social de este proyecto para asegurar su viabilidad y aceptación por parte de la comunidad.

1.3.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN GENERAL

¿Cómo puede desarrollarse un plan de socialización que informe a la comunidad de San Ignacio sobre el impacto técnico, ambiental y socioeconómico de la incorporación de la energía geotérmica en la matriz energética?

1.3.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN ESPECÍFICAS

1. ¿Cuál será el impacto técnico que generara la incorporación de energía geotérmica en el sistema interconectado nacional y qué tan viable es su integración desde el punto de vista de eficiencia, estabilidad y confiabilidad?
2. ¿Qué efectos ambientales podrían generarse por la implementación de energía geotérmica en el ecosistema y la salud local, y cómo podrían mitigarse?
3. ¿Cuál es el impacto socioeconómico que tendría el proyecto geotérmico en la comunidad de San Ignacio en términos de generación de empleo, desarrollo económico y oportunidades de participación comunitaria?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Estructurar una propuesta de socialización, basada en un enfoque mixto y en el análisis técnico, ambiental y socioeconómico de la energía geotérmica, que informe de manera clara a la comunidad de San Ignacio sobre su incorporación en la matriz energética, con el fin de facilitar la comprensión ciudadana, promover su participación y contribuir a una toma de decisiones informada y equitativa.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el impacto técnico de la conexión de energía geotérmica en el sistema interconectado nacional, con el fin de comprender su viabilidad en la incorporación.
2. Analizar el impacto ambiental potencial de la incorporación de energía geotérmica en San Ignacio, identificando posibles riesgos y medidas de mitigación para un desarrollo sostenible y minimizar riesgos ambientales.
3. Determinar el impacto socioeconómico del proyecto, evaluando su influencia en la generación de empleo y las oportunidades de proyección social en la comunidad de San Ignacio, con el objetivo de fomentar el crecimiento económico y mejorar la calidad de vida de los habitantes.
4. Diseñar una propuesta de socialización que responda a las necesidades y preocupaciones de la comunidad.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Honduras necesita diversificar su matriz energética y apostar por fuentes renovables y sostenibles como la energía geotérmica. En el municipio de San Ignacio, este tipo de energía representa una oportunidad para mejorar la seguridad eléctrica, garantizar un suministro más estable y reducir la dependencia de combustibles fósiles, lo que ayudaría a disminuir el impacto ambiental de la generación tradicional. Sin embargo, el éxito de este tipo de proyectos no solo depende de su viabilidad técnica y económica, sino también de la aceptación y participación de la comunidad en el proceso de implementación.

Actualmente, no existe un plan de socialización que informe de manera clara y accesible a la población de San Ignacio sobre los resultados del análisis técnico, ambiental y socioeconómico de la energía geotérmica. Esta falta de información genera incertidumbre, desconfianza y resistencia al cambio, lo que puede dificultar la implementación del proyecto. Por ello, es fundamental desarrollar un mecanismo de comunicación que permita que la comunidad conozca y comprenda los impactos y beneficios de esta fuente de energía, asegurando su involucramiento en la toma de decisiones.

Desde una perspectiva social y económica, este estudio busca estructurar una propuesta de

socialización que permita a la población de San Ignacio conocer los posibles beneficios del proyecto, como la generación de empleo y nuevas oportunidades de desarrollo. Además, en el aspecto ambiental, se busca explicar de manera clara los efectos que la energía geotérmica puede tener en el suelo, el agua y la biodiversidad, garantizando que la información llegue de manera efectiva a la comunidad.

En definitiva, esta investigación no solo analizará los impactos de la energía geotérmica, sino que también proporcionará herramientas para que la comunidad participe activamente en el proceso. De esta manera, el plan de socialización permitirá que el proyecto geotérmico en San Ignacio sea comprendido, aceptado y aprovechado de manera equitativa y sostenible, asegurando beneficios reales tanto para la región como para el país.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1.1 ENERGÍA Y CALIDAD DE VIDA

La energía es un elemento clave para el bienestar de la sociedad, ya que permite el funcionamiento de servicios esenciales como la salud, la educación, el transporte y la economía. En los países en desarrollo, contar con una fuente de energía confiable es fundamental para mejorar la calidad de vida, reducir la pobreza y fomentar un crecimiento económico sostenible.

A nivel global, alrededor de 759 millones de personas aún no tienen acceso a electricidad (IRENA, 2021), lo que limita su desarrollo social y económico, afectando aspectos como la educación y el acceso a oportunidades laborales.

El aumento en la demanda energética ha llevado a un mayor uso de combustibles fósiles, lo que ha incrementado las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principales responsables del cambio climático. Para abordar este desafío, ha surgido un consenso mundial sobre la necesidad de migrar hacia fuentes de energía renovables, que permita reducir el impacto ambiental y construir un sistema energético más sostenible y menos dependiente.

2.1.2 AUGE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

A lo largo de los años, las energías renovables han cobrado cada vez más importancia como una alternativa viable y sostenible para cubrir las crecientes demandas energéticas del mundo. Las fuentes de energía como la solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica han demostrado ser eficaces en la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles y en la mitigación de los efectos negativos del cambio climático. Estas fuentes renovables utilizan recursos naturales (como ser: sol, viento, agua y calor de la tierra) que se regeneran de manera continua, lo que las convierte en una opción atractiva para el futuro energético global.

Sin embargo, no todas las energías renovables funcionan de la misma manera ni tienen el mismo nivel de confiabilidad, las tecnologías como la energía solar y eólica dependen de factores climáticos (sol y viento), lo que significa que la producción de electricidad puede ser irregular. Si bien estos sistemas han avanzado en almacenamiento de energía para compensar la intermitencia, aún presentan desafíos en términos de estabilidad y suministro constante (IRENA, 2021). En este

sentido, la energía hidroeléctrica ha sido ampliamente utilizada, pero su disponibilidad depende de los niveles de agua en embalses y ríos, lo que puede verse afectado por sequías y variaciones estacionales.

Por otro lado, la energía geotérmica se presenta como una solución innovadora y altamente confiable, ya que permite la generación de electricidad de manera continua, sin depender de factores climáticos. Este tipo de energía utiliza el calor interno de la Tierra, lo que le permite mantener una producción energética estable a lo largo del tiempo y también en comparación con otras fuentes renovables, la geotermia tiene un menor impacto ambiental y requiere menos superficie de terreno para su instalación.

Actualmente, países de todo el mundo están invirtiendo en energías renovables para diversificar sus matrices energéticas y reducir su huella de carbono. En América Latina, países como Costa Rica y El Salvador han apostado fuertemente por la energía geotérmica, logrando generar un alto porcentaje de su electricidad a partir de esta fuente (*Geothermal-in-El-Salvador--CEL.pdf*, s. f.).

2.1.3 DEFINICIÓN Y PRINCIPIOS DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

La energía geotérmica es el calor natural que emana desde el interior de la Tierra. Su origen se debe principalmente a dos factores: el calor residual generado durante la formación del planeta, el producto del colapso gravitatorio, y la división de isótopos radiactivos en la corteza terrestre (Édgar Santoyo & Rosa María Barragán-Reyes, 2010). A medida que se avanza desde el núcleo hacia la superficie, este calor da lugar a gradientes geotérmicos, es decir, aumentos de temperatura con la profundidad, que suelen ser de aproximadamente 30°C por kilómetro en condiciones normales, aunque pueden ser significativamente mayores en regiones con alta actividad tectónica.

En determinadas regiones, el calor asciende calentando extensiones de roca profunda y fluidos subterráneos, formando yacimientos geotérmicos de agua o vapor caliente (sistemas hidrotermales) e incluso zonas de roca caliente seca.

Estas manifestaciones pueden llegar a la superficie en forma de fuentes termales, fumarolas, géiseres o suelos calientes, indicativos de un recurso geotérmico subyacente (Édgar Santoyo & Rosa María Barragán-Reyes, 2010).

Los principios de aprovechamiento de la energía geotérmica se basan en extraer ese calor del subsuelo y usarlo para generar energía útil. Si la temperatura del recurso es suficientemente alta (usualmente >150–200 °C), puede emplearse para generación eléctrica mediante turbinas de vapor; a recursos de temperatura media o baja (<100–150 °C) se les puede dar usos directos como calefacción, secado, balneología, climatización de invernaderos o procesos industriales (Ivonne, 2017a).

La tecnología geotérmica ha evolucionado con el tiempo y actualmente se utilizan tres tipos de plantas para generar electricidad según las características del calor extraído del subsuelo (BID, 2022):

- **Plantas de vapor seco:** Utilizan directamente el vapor extraído del subsuelo para accionar turbinas generadoras.
- **Plantas de flasheo:** Emplean agua geotérmica a alta presión que se convierte en vapor mediante un proceso de descompresión.
- **Plantas de ciclo binario:** Usan un fluido secundario con bajo punto de ebullición que se calienta con el agua geotérmica, generando vapor para mover la turbina.

En todos los casos, se perforan pozos para acceder a este calor, que se usa para generar electricidad antes de devolver el fluido enfriado al suelo, ayudando a mantener la fuente activa y reducir los desechos. La energía geotérmica es una fuente renovable prácticamente inagotable, ya que el calor de la Tierra se regenera constantemente. Gracias a su disponibilidad constante, su bajo impacto ambiental y su abundancia, es una opción sostenible y confiable.

2.1.4 MACROENTORNO

2.1.4.1 LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN CENTROAMÉRICA

Centroamérica se encuentra en una de las zonas con mayor potencial geotérmico del mundo debido a su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, caracterizado por una intensa actividad volcánica y tectónica. Según el (*BID | Energía, 2025*), la región posee un potencial técnico estimado superior a 5,000 MW, de los cuales solo se ha desarrollado entre un 15% y 20%. Esta fuente de energía representa una oportunidad para diversificar la matriz energética de los países

centroamericanos, reducir la dependencia de combustibles fósiles y mejorar la estabilidad del sistema eléctrico, países como El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Guatemala han avanzado significativamente en la generación geotérmica, mientras que Honduras y Panamá aún se encuentran en etapas iniciales de exploración (CEPAL, 2023).

La generación de electricidad mediante energía geotérmica ha mostrado un crecimiento constante en la región. El Salvador lidera con un (19%) de su generación eléctrica proveniente de geotermia, seguido por Nicaragua (17%) y Costa Rica (15%) (ICE, 2023). Guatemala, con plantas como Zunil y Amatitlán, aporta aproximadamente el 8% de su producción (*BALANCE-ENERGETICO-2022.pdf*, s. f.). En contraste, Honduras y Panamá han identificado zonas con alto potencial, pero su desarrollo ha sido limitado por la falta de inversión y políticas claras de incentivo (IRENA, 2021).

A pesar de sus ventajas como fuente renovable de generación base, la energía geotérmica enfrenta desafíos ambientales y sociales. Uno de los principales problemas es la gestión del agua geotérmica, ya que la extracción de fluidos subterráneos puede afectar la disponibilidad de agua en las comunidades cercanas (Banco Mundial, 2021). Además, la actividad geotérmica ha sido asociada con sismicidad inducida, como se ha observado en Nicaragua, donde microsismos han sido reportados en zonas de explotación como Momotombo (*BALANCE-ENERGETICO-2022.pdf*, s. f.). En términos sociales, la aceptación comunitaria es clave para el éxito de los proyectos, ya que en algunas regiones existe resistencia debido a experiencias previas con industrias extractivas (*BID | Energía*, 2025).

El marco regulatorio y los incentivos para la energía geotérmica varían entre los países centroamericanos. Costa Rica y El Salvador han desarrollado marcos institucionales sólidos, con empresas estatales como ICE y LaGeo, que han liderado la explotación del recurso con financiamiento público y planificación a largo plazo (*LaGeo - Energía Geotérmica en El Salvador, centrales*, s. f.). Por otro lado, Guatemala y Nicaragua han optado por esquemas de concesiones privadas, permitiendo la participación de empresas extranjeras en la exploración y generación (BID, 2022). En países con menor desarrollo geotérmico, como Honduras y Panamá, la ausencia de incentivos claros ha sido una barrera para el aprovechamiento del recurso (CEPAL, 2023).

2.1.5 MICROENTORNO

2.1.5.1 SISTEMA INTERCONECTADO EN HONDURAS

El Sistema Interconectado Nacional (SIN) de Honduras es la infraestructura eléctrica encargada de la generación, transmisión y distribución de electricidad en el país. Este sistema permite la interconexión entre diversas plantas generadoras, el transporte de energía en alta tensión y su posterior distribución a los consumidores finales. La gestión del SIN está bajo la responsabilidad de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), la cual supervisa el suministro energético y la integración de nuevas fuentes de generación al sistema eléctrico nacional (Secretaría de Energía, 2021).

El SIN de Honduras forma parte del Mercado Eléctrico Regional (MER) y el Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), lo que permite el intercambio de electricidad con los países vecinos. Sin embargo, el sistema enfrenta múltiples desafíos, tales como falta de capacidad de generación en horas pico, dependencia de generación térmica con combustibles fósiles, y pérdidas en transmisión y distribución.

En Honduras, la electricidad se genera a partir de diversas fuentes de energía, siendo las principales la hidroeléctrica y la térmica, mientras que la solar, eólica y otras renovables tienen una participación menor, la distribución de la generación eléctrica en el país es la siguiente:

- Hidroeléctrica: 28% (proveniente de ríos y embalses).
- Térmica: 37% (generada con combustibles fósiles como diésel y búnker).
- Solar: 19% (plantas fotovoltaicas).
- Eólica: 7% (obtenida del viento).
- Biomasa: 7% (obtenida de residuos agrícolas e industriales)
- Geotérmica: 2% (obtenida del calor de la tierra)

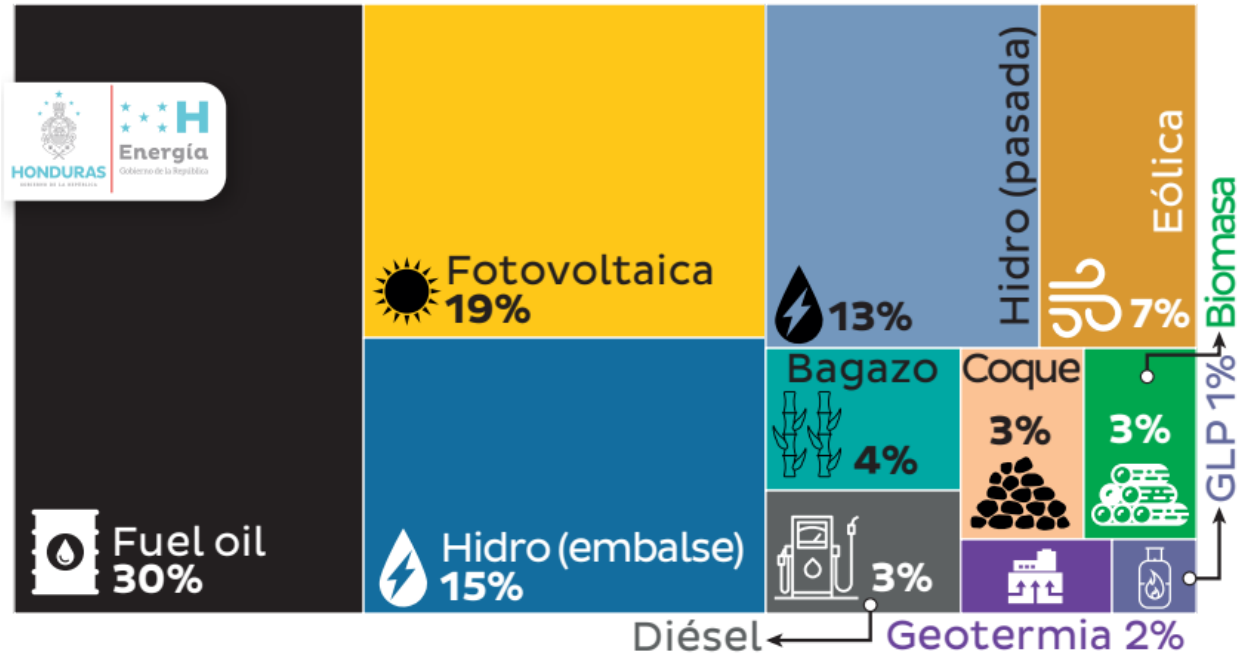


Figura 1. Distribución de la capacidad instalada en Honduras 2023

Fuente: (BEN2023-1.pdf, s. f.)

A lo largo y ancho de América Latina y el Caribe, se estima que existen entre 11 y 55 GW de recursos geotérmicos potenciales solo para la generación de energía. Estos podrían jugar un papel clave a la hora de mitigar el impacto del cambio climático a medida que las sequías obstaculizan cada vez más la producción hidroeléctrica, además de ayudar a satisfacer las necesidades energéticas de la población (Banco Mundial, 2021).

2.1.5.2 LOCALIZACION Y COLINDANCIAS DE SAN IGNACIO

El Municipio de San Ignacio se encuentra localizado en el departamento de Francisco Morazán, de la República de Honduras, cuyas coordenadas son: 14.66 Latitud Norte y -87.06 Longitud Oeste del meridiano de GREENWICH. El territorio se encuentra a una altura de 690 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de aproximadamente 98.72 Km de la Capital de la República; a 149.55 Km de San Pedro Sula que es el centro industrial del país; a 164.74 Km de la ciudad de Puerto Cortés principal salida marítima del país al mundo y a 83.94 Km en donde se ubica el Aeropuerto Internacional de Palmerola (Universidad Nacional Autónoma de Honduras., 2022).

San Ignacio cuenta con una extensión territorial del 333.21 Km². Ubicado en el valle de

Siria, muy próximo al sitio minero Entremares; su cabecera está ubicada al norte del río Playa y posee las siguientes colindancias, al Norte: municipio de Marale; al Sur: municipios de Guaimaca y Cedros; al Este: municipio de Orica y al Oeste: municipio de El Porvenir.

2.1.5.3 POTENCIAL GEOTÉRMICO EN HONDURAS Y EN SAN IGNACIO

Honduras tiene un gran potencial para aprovechar la energía geotérmica, pero hasta hace poco no se había explotado comercialmente. Se estima que el país podría generar entre 120 y 125 MW de electricidad con este recurso (Tanja Faller & Rigoberto Salazar, s. f.). Un avance clave ocurrió en 2017 con la puesta en marcha de la central Geoplatares, en Copán, la primera planta geotérmica a gran escala en el país, con una capacidad de 35 MW. Antes de esto, aunque se habían identificado más de 200 zonas con aguas termales y otras manifestaciones geotérmicas, su uso se limitaba principalmente a fines recreativos.

La inauguración de Geoplatares demostró el potencial de esta energía en Honduras y abrió la puerta a este tipo de tecnología (Tanja Faller & Rigoberto Salazar, s. f.).



Figura 2. Mapa de puntos de interés geotérmico en el país.

Fuente: (Secretaría de Energía, 2021)

En Honduras se han identificado seis áreas con alto potencial geotérmico: Azacualpa, Pavana, Platanares, Puerto Cortés, Sambo Creek y San Ignacio. En conjunto, estas zonas podrían

generar hasta 125 MW de electricidad.

San Ignacio, en el departamento de Francisco Morazán, destaca como un sitio prometedor, ya que estudios preliminares han detectado aguas termales de hasta 95 °C en la superficie del Valle de Siria, lo que indica la posible presencia de un reservorio de calor en el subsuelo. Se estima que esta zona podría generar alrededor de 20 MW de energía y actualmente está en fase de evaluación para su posible desarrollo (Tanja Faller & Rigoberto Salazar, s. f.).

Tabla 1. Estado actual del desarrollo de seis campos geotérmicos

NO	CAMPO	POTENCIAL ELECTRICO	ESTADO
1	Azacualpa	20 MW	PRE-FACTIBILIDAD
2	Pavana	20 MW	PRE-FACTIBILIDAD
3	Platanares	35 MW	OPERACIÓN
4	Puerto Cortes	15 MW	RECONOCIMIENTO
5	Sambo Creek	15 MW	RECONOCIMIENTO
6	San Ignacio	20 MW	PRE-FACTIBILIDAD
TOTAL, MW		125	

Fuente: (Tanja Faller & Rigoberto Salazar, s. f.)

La empresa internacional Ormat, a través de su filial 12 Tribus SA de CV, pretende desarrollar el Proyecto Geotérmico 12 Tribus San Ignacio, con el objetivo de aprovechar el potencial de 20 MW en esta zona. La idea es transformar el calor de las aguas termales en electricidad y conectarla al Sistema Interconectado Nacional (SIN) mediante la subestación Guaimaca, bajo un contrato de suministro con la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) por 50 años.

Este proyecto permitiría incorporar la energía geotérmica en la región central de Honduras, apoyando la meta del país de aumentar el uso de energías renovables y alcanzar más del 80% de generación limpia para 2038.

2.2 CONCEPTUALIZACIÓN

2.2.1 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso técnico-administrativo previo a la

ejecución de un proyecto que evalúa cómo dicha actividad podría afectar al medio ambiente. En términos sencillos, se trata de un estudio detallado que identifica los posibles impactos ambientales de un proyecto (por ejemplo, la construcción de una planta energética) antes de que se realice, y propone medidas para prevenir o reducir efectos negativos (*Evaluación de Impacto Ambiental*, 2018). El EIA tiene un carácter preventivo: sirve para informar la toma de decisiones de las autoridades sobre si un proyecto es ambientalmente viable o qué condiciones se le deben exigir.

En un EIA, el proponente del proyecto (sea una empresa o institución pública) elabora un informe técnico multidisciplinario que incluye: descripción del proyecto, las condiciones actuales del entorno (agua, suelo, aire, flora, fauna, sociedad, etc.), análisis de alternativas (incluyendo no realizar el proyecto), identificación y evaluación de los impactos ambientales y sociales potenciales en todas las etapas (construcción, operación, abandono) y un plan de manejo ambiental con medidas de prevención, mitigación y compensación de esos impactos (*Evaluación de Impacto Ambiental*, 2018).

Por ejemplo, si un proyecto puede generar ruido o afectar un bosque cercano, el EIA debe proponer soluciones como barreras acústicas o reforestación. Los objetivos principales de la EIA son garantizar que se tomen decisiones informadas, promover la transparencia y la participación pública en la planificación del proyecto, y prevenir o gestionar adecuadamente los impactos ambientales antes de que ocurran, también el EIA busca asegurar un desarrollo sostenible, donde el crecimiento económico o energético se logre sin comprometer gravemente el medio ambiente ni la calidad de vida de las comunidades.

La energía geotérmica se considera una energía limpia, pero, “limpia” no significa “sin impacto” (Ivonne, 2017b). Cualquier desarrollo geotérmico puede afectar al entorno local si no se maneja adecuadamente y es por ello, los proyectos geotérmicos requieren un EIA riguroso, igual que otras plantas de energía, para asegurar que sus beneficios no vengán acompañados de daños ambientales imprevistos.

Un EIA en un proyecto geotérmico examina todos los posibles efectos derivados de la exploración, perforación de pozos, construcción y operación de la central geotérmica. Algunos impactos típicos que un EIA identifica y evalúa en la energía geotérmica son:

- Alteraciones del terreno y paisaje

- Ruido y vibraciones
- Emisiones de gases y olores
- Agua y recursos hídricos
- Hundimiento del terreno o sismicidad inducida
- Entre otros impactos

El EIA en proyectos geotérmicos cumple una función vital: garantiza que el aprovechamiento del calor de la Tierra se haga de forma responsable con el medio ambiente y la sociedad, ya que este identifica de antemano cualquier impacto negativo potencial y obliga a tomar acciones para minimizarlo. Gracias a ello, la energía geotérmica puede desarrollarse conservando su carácter sostenible. De hecho, expertos señalan que la Evaluación de Impacto Ambiental se ha convertido en una “herramienta poderosa” (Kristmannsdóttir & Ármannsson, 2003) para asegurar que la planificación de proyectos geotérmicos incluya la debida protección ambiental.

2.2.2 ESTUDIO DE IMPACTO SOCIOECONÓMICO

La energía geotérmica implica también efectos importantes en la sociedad y economía de las regiones donde se desarrolla. Un estudio de impacto socioeconómico en este contexto es el análisis sistemático de los efectos positivos y negativos que un proyecto geotérmico puede generar en la población local, la economía y el desarrollo comunitario. Según la Asociación Internacional de Evaluación de Impactos, una evaluación de impacto social es “el proceso de identificación y gestión de los temas sociales de los proyectos de desarrollo, incluyendo el involucramiento de las comunidades afectadas a través de procesos participativos (Troncoso, s. f.).

En la práctica, esto se amplía a la dimensión económica: se examinan variables como la generación de empleo, los ingresos locales, los cambios en la calidad de vida y la infraestructura para maximizar beneficios y mitigar perjuicios. De hecho, los impactos socioeconómicos de un proyecto energético pueden ser tanto positivos (ej. creación de empleos, crecimiento económico) como negativos (ej. desplazamiento de comunidades, alteraciones de medios de vida) (*energyvollsp.pdf*, s. f.).

Los estudios recientes coinciden en varios aspectos clave que se evalúan al analizar el

impacto socioeconómico de la geotermia. Un informe del Banco Mundial (Ardila, 2024) destaca cuatro categorías principales de beneficios socioeconómicos vinculados a proyectos geotérmicos:

- **Empleo y desarrollo de capacidades:** se evalúa la cantidad de empleos directos creados durante la construcción y operación, los empleos indirectos en la cadena de suministro y la capacitación de la mano de obra local.
- **Economía local y cadena de valor:** se analiza la participación de empresas nacionales y locales en el proyecto (proveedores de bienes y servicios, contratistas), así como el efecto en el Producto Interno Bruto (PIB) regional. La integración de la industria local puede incrementar el valor agregado nacional y dinamizar las economías locales, siempre que se equilibre con la viabilidad financiera del proyecto (Ardila, 2024). También se consideran los ingresos fiscales (impuestos, regalías) y la diversificación económica de la zona.
- **Desarrollo comunitario e infraestructura:** engloba mejoras en la infraestructura local (vías de acceso, electrificación, sistemas de agua) impulsadas por el proyecto, así como la inversión social en la comunidad (*energyvollsp.pdf*, s. f.).
- **Impacto social e inclusión:** se evalúan las condiciones sociales y culturales, la aceptación del proyecto por parte de la comunidad y la distribución equitativa de beneficios. Esto incluye la igualdad de género (por ejemplo, oportunidades para mujeres en empleos geotérmicos) y la inclusión de grupos vulnerables. Una gestión social adecuada procura que las comunidades locales tengan voz en el proyecto y que este respete las dinámicas sociales existentes (Ardila, 2024).

Además de esos aspectos positivos, el estudio socioeconómico también identifica posibles impactos adversos para minimizarlos. Entre ellos se consideran la reubicación de pobladores si el proyecto requiere tierras habitadas, la alteración de actividades económicas preexistentes (agricultura, turismo, ganadería) y los cambios en la demografía local (por ejemplo: llegada de trabajadores externos). También se investigan posibles conflictos sociales o preocupaciones de la comunidad, para abordarlos tempranamente mediante planes de participación pública y compensaciones si corresponde. En resumen, el alcance de un estudio de impacto socioeconómico en geotermia es integral: abarca empleo, ingresos, estructura productiva, cohesión social, infraestructura, equidad e incluso percepciones y valores culturales de la población afectada.

2.2.3 ESTUDIO DE IMPACTO TÉCNICO

El estudio de impacto técnico en un proyecto geotérmico se refiere a la evaluación de cómo la incorporación de esta fuente de energía afecta la estabilidad y eficiencia del Sistema Interconectado Nacional (SIN) en términos de potencia, regulación de voltaje, capacidad de respuesta ante fluctuaciones de carga y su contribución como generación base. Este tipo de análisis es crucial para garantizar que el recurso geotérmico no solo agregue capacidad de generación al sistema, sino que también mejore la confiabilidad y calidad del suministro eléctrico (Rafferty, s. f.)

A diferencia de fuentes intermitentes como la energía solar y eólica, la geotermia se considera una fuente de generación de base debido a su capacidad de generar energía de manera continua y predecible, con un factor de capacidad superior al 85% (IRENA, 2021). Esto significa que su integración en la matriz eléctrica contribuye a una mayor estabilidad del sistema, reduciendo la dependencia de generación térmica fósil en horas clave y mejorando la calidad del voltaje en la red.

Dentro del impacto técnico hay conceptos que también es muy importante entenderlos:

2.2.3.1 Estabilidad de Potencia en un Proyecto Geotérmico

La estabilidad de potencia se refiere a la capacidad de un sistema eléctrico para mantener un equilibrio adecuado entre la generación y la demanda, sin experimentar fluctuaciones bruscas que puedan causar apagones o fallos en el suministro. En este sentido, los proyectos geotérmicos juegan un papel fundamental, ya que:

- **Proveen generación continua:** A diferencia de las fuentes intermitentes, una planta geotérmica suministra energía de manera constante, reduciendo la necesidad de activar unidades de respaldo térmico.
- **Mejoran la estabilidad operativa del sistema:** Al mantener una generación estable y predecible, la geotermia ayuda a reducir las variaciones de frecuencia en la red, evitando sobrecargas y caídas de tensión.
- **Complementan otros renovables intermitentes:** La energía geotérmica puede compensar la variabilidad de la generación solar y eólica, funcionando como un respaldo natural en momentos de baja producción de estas fuentes.

2.2.3.2 Regulación de voltaje

La regulación de voltaje es un aspecto crítico en cualquier sistema eléctrico, ya que determina la calidad del suministro y la eficiencia con la que la energía está distribuida a los consumidores.

Un proyecto geotérmico bien integrado puede mejorar la regulación de voltaje de diversas maneras:

- **Generación firme y estable:** La estabilidad del voltaje depende de un suministro constante de energía activa y reactiva. Las plantas geotérmicas, a diferencia de otras fuentes renovables intermitentes, pueden mantener un nivel constante de generación, reduciendo oscilaciones en el voltaje de la red.
- **Factor de potencia optimizado:** Las plantas geotérmicas pueden operar con controladores de voltaje y generadores síncronos, que ajustan su factor de potencia y ayudan a compensar pérdidas en la transmisión y distribución.
- **Reducción de variaciones en la tensión eléctrica:** En muchos sistemas eléctricos, la variabilidad de generación y carga puede provocar caídas y picos de voltaje, afectando la operación de equipos eléctricos. La generación geotérmica, al ser constante, permite una distribución más uniforme de la energía, evitando fluctuaciones perjudiciales.

Cuando el voltaje es inestable, se generan problemas en la red eléctrica, como pérdidas excesivas, daños en equipos eléctricos y fallos en la transmisión de energía. La integración de generación geotérmica contribuye a suavizar estos efectos al proporcionar un referente de estabilidad en la red.

2.2.4 PLAN DE SOCIALIZACIÓN DE UN PROYECTO DE ENERGÍA RENOVABLE

Un plan de socialización en proyectos de energía renovable es un proceso estructurado que tiene como objetivo informar, educar e involucrar a las comunidades y actores clave en el desarrollo del proyecto. Su finalidad es promover la transparencia, la participación ciudadana y la aceptación social, minimizando conflictos y asegurando que los beneficios del proyecto sean comprendidos y compartidos por la comunidad (*BID | Energía, 2025*).

La socialización es especialmente crucial en proyectos de energías renovables, ya que estos pueden generar cambios en el entorno local, en el acceso a recursos naturales y en las dinámicas sociales y económicas. Una socialización efectiva permite que los diferentes grupos de interés comprendan los impactos del proyecto, expresen sus preocupaciones y contribuyan activamente en la toma de decisiones (Banco Mundial, 2021).

Un plan de socialización bien estructurado debe incluir los siguientes componentes:

- **Identificación de actores clave:** Definir quiénes son los grupos de interés, incluyendo comunidades locales, gobiernos, organizaciones ambientales, sector privado y otros actores relevantes.
- **Estrategias de comunicación accesibles:** Diseñar materiales y herramientas de información en lenguaje claro y formatos adecuados (talleres, folletos, reuniones, videos informativos).
- **Mecanismos de participación comunitaria:** Organizar espacios de diálogo donde la comunidad pueda expresar inquietudes y sugerencias sobre el proyecto.
- **Compromiso con la transparencia:** Garantizar que toda la información relevante esté disponible y accesible para todos los interesados.
- **Evaluación y monitoreo continuo:** Implementar mecanismos para medir la efectividad del plan y adaptar estrategias según las necesidades de la comunidad.

Cada uno de estos elementos garantiza que el proceso de socialización sea inclusivo y eficaz en la generación de confianza entre la empresa desarrolladora y la comunidad afectada (IRENA, 2021).

2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO

2.3.1 BASES TEÓRICAS

2.3.1.1 TEORIA DE LA TRIANGULACION

La Teoría de la Triangulación, formulada por Norman Denzin en 1978, es una estrategia metodológica diseñada para mejorar la validez y confiabilidad de los estudios. Se basa en la combinación de diversas fuentes de datos, métodos, teorías o investigadores con el objetivo de

minimizar sesgos y fortalecer la interpretación de los resultados. Este enfoque surge como una alternativa a los métodos unidimensionales en la investigación social, permitiendo una visión más completa y rigurosa del fenómeno estudiado (Jimenez, 2020).

La triangulación se logra utilizando diferentes técnicas de investigación. Técnicas trianguladas son útiles para verificación cruzada y provee a la investigación confirmación e integridad, que hace que prime el equilibrio entre dos o más diferentes tipos de investigación. El propósito de la triangulación es aumentar la credibilidad y validez de los resultados de la investigación. El objetivo es obtener confirmación de los hallazgos a través de la convergencia de diferentes perspectivas (Jimenez, 2020).

Denzin clasifica la triangulación en cuatro tipos principales (Jimenez, 2020):

- **Triangulación de Datos:** Consiste en utilizar diversas fuentes de información para analizar un fenómeno. Esto puede incluir diferentes momentos temporales, distintos grupos de personas o diversas situaciones en las que se recopilan los datos.
- **Triangulación de Métodos:** Implica la aplicación de distintos métodos de investigación, tanto cualitativos como cuantitativos, para estudiar un mismo fenómeno. Se pueden combinar encuestas, entrevistas, observaciones y análisis de documentos para obtener una visión más integral.
- **Triangulación Teórica:** Se basa en el uso de diferentes perspectivas teóricas para interpretar los resultados de un estudio. Al integrar múltiples teorías, se amplía la comprensión del fenómeno y se minimizan los sesgos asociados a una única perspectiva.
- **Triangulación múltiple:** Puede ser definida como la combinación de múltiples métodos, tipos de datos, investigadores y teorías en una misma investigación.

2.3.1.2 TEORIA DE LA DECISION MULTICRITERIO

La Teoría de la Decisión Multicriterio desarrollada por Bernard Roy en 1996, es un enfoque metodológico que permite la toma de decisiones en situaciones donde intervienen múltiples criterios, a menudo en conflicto entre sí. Esta teoría es fundamental en la optimización de problemas complejos, en los que no existe una única solución óptima, sino que es necesario

equilibrar diversos factores para alcanzar la mejor alternativa posible según un conjunto de prioridades o restricciones (Rafael Caballero & Carlos Romero, s. f.).

También se plantea que los problemas de decisión complejos requieren evaluar varios criterios con pesos distintos, en lugar de centrarse en un único indicador. Esta teoría sostiene que no siempre existe una única solución óptima, sino que las decisiones deben considerar un equilibrio entre diferentes factores, priorizando aquellos que sean más relevantes según el contexto (Rafael Caballero & Carlos Romero, s. f.). En este sentido, el AIM proporciona herramientas analíticas para ponderar criterios de manera estructurada y transparente, facilitando la toma de decisiones equilibrada y justificable.

2.3.2 METODOLOGÍAS DESARROLLADAS

Para evaluar la viabilidad de la socialización del proyecto de generación geotérmica en San Ignacio, considerando sus impactos técnicos, ambientales y socioeconómicos, se han seleccionado dos metodologías complementarias: el Enfoque de Investigación Mixto y el Análisis de Impacto Multicriterio (AIM).

El Enfoque de Investigación Mixto permite una perspectiva integral al combinar métodos cualitativos y cuantitativos, lo que facilita tanto la recopilación de datos objetivos sobre aspectos técnicos del proyecto como el análisis de la percepción y aceptación de la comunidad. Esto contribuye a una mejor comprensión de los efectos del proyecto y la formulación de estrategias de socialización más efectivas.

Por su parte, el Análisis de Impacto Multicriterio (AIM) ofrece un marco estructurado para evaluar simultáneamente distintos factores que inciden en la viabilidad del proyecto. Al considerar criterios técnicos, ambientales y sociales, esta metodología garantiza un análisis equilibrado y fundamentado para la toma de decisiones.

La combinación de ambas metodologías fortalece el proceso investigativo, ya que permite no solo medir impactos objetivos, sino también identificar expectativas y preocupaciones de la comunidad. Esto facilita la construcción de una estrategia de socialización basada en evidencia, promoviendo la aceptación del proyecto y asegurando su desarrollo sostenible.

2.3.2.1 METODOLOGÍA 1: “ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN MIXTA (CUALITATIVA Y CUANTITATIVA)”

El enfoque de investigación mixto es una metodología que combina estrategias cualitativas y cuantitativas para obtener una visión más completa y precisa de un problema de investigación (Álvarez, 2011).

La investigación mixta se caracteriza por (Álvarez, 2011):

- **Integración de enfoques:** Usa tanto métodos cuantitativos (encuestas, experimentos, análisis estadístico) como cualitativos (entrevistas, observación, análisis de contenido).
- **Enfoque pragmático:** No se limita a un solo paradigma, sino que elige herramientas metodológicas en función de la naturaleza del problema de investigación.
- **Complementariedad:** Busca una visión más integral, permitiendo que los datos cualitativos expliquen los cuantitativos y viceversa.
- **Flexibilidad:** Permite adaptar el diseño de la investigación según las necesidades del estudio.

Este enfoque permite obtener datos estadísticos y mediciones objetivas mediante técnicas cuantitativas, así como percepciones, opiniones y experiencias de la comunidad mediante técnicas cualitativas. La combinación de ambos métodos brinda un análisis más completo y fundamentado.

En el contexto del proyecto de socialización de la energía geotérmica en San Ignacio, este enfoque permite integrar datos numéricos (como mediciones de voltaje y estabilidad de la red) con percepciones y opiniones de la comunidad sobre los impactos ambientales y socioeconómicos.

Entre las técnicas a desarrollar para llevar a cabo el análisis del proyecto geotérmico, podrían ser:

a) Análisis Técnico

- **Revisión documental y análisis de datos secundarios:** Recopilación de estudios previos sobre el potencial geotérmico, estabilidad de voltaje y capacidad de generación.
- **Modelos de simulación energética:** Uso de herramientas computacionales para predecir la contribución del proyecto a la red eléctrica.
- **Entrevistas con expertos:** Consulta con ingenieros y profesionales para validar la información

obtenida.

b) Análisis ambiental

- **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA):** Investigación de las posibles afectaciones en el agua, suelo y biodiversidad.
- **Entrevistas con grupos de defensores:** Consulta sobre sus percepciones sobre el proyecto geotérmico.

c) Análisis socioeconómico

- **Encuestas comunitarias:** Aplicación de cuestionarios a la población local para conocer su percepción sobre el proyecto.
- **Entrevistas con actores clave:** Reuniones con líderes comunitarios, empresas y autoridades locales.
- **Análisis de datos estadísticos:** Investigación sobre los impactos socioeconómicos como empleo, ingresos y acceso a servicios básicos.

Su aplicación depende de la naturaleza del problema de investigación y de los objetivos del estudio. A pesar de los desafíos que implica su implementación, su capacidad para proporcionar una visión integral y enriquecida de los fenómenos la convierte en una opción metodológica valiosa en el ámbito académico y profesional.

2.3.2.2 METODOLOGÍA 2: “ANÁLISIS DE IMPACTO MULTICRITERIO (AIM)”

El Análisis de Impacto Multicriterio (AIMC) constituye un enfoque metodológico robusto para la evaluación de proyectos, políticas o acciones que generan múltiples impactos, tanto positivos como negativos, en diversos ámbitos (económico, social, ambiental, etc.). A diferencia de los análisis tradicionales que se centran en un único criterio (generalmente económico), el AIMC reconoce la complejidad de las decisiones modernas y la necesidad de considerar una amplia gama de factores relevantes (MINAE, 2021).

Fundamentos clave para desarrollar la metodología Multicriterio son (MINAE, 2021):

- **Múltiples criterios:** El AIMC se basa en la identificación y evaluación de diversos criterios

que reflejan los diferentes aspectos del impacto. Estos criterios pueden ser cuantitativos o cualitativos, y a menudo están en conflicto entre sí.

- **Ponderación de criterios:** Dado que no todos los criterios tienen la misma importancia, el AIMC incorpora mecanismos para ponderar su relevancia relativa. Esto permite reflejar las preferencias de los actores involucrados y las prioridades de la sociedad.
- **Evaluación de alternativas:** El AIMC se utiliza para comparar y clasificar diferentes alternativas en función de su desempeño en los múltiples criterios. Esto facilita la toma de decisiones informadas y transparentes.
- **Participación de actores:** En muchos casos, el AIMC involucra la participación de diversos actores interesados, lo que permite incorporar diferentes perspectivas y valores en el proceso de evaluación.

2.4 MARCO LEGAL

El Plan de Nación y Visión de País 2010-2022 (SEPLAN, 2010), prevé una participación de energías renovables en la matriz energética del país de 60%. En la Visión de País 2010-2038 se estipula la meta de 80% hasta el año 2038, que indica un aumento de 20% entre 2022 y 2038. No se da especificación relacionada a las fuentes de energía renovable. El aprovechamiento de la energía geotérmica no se regula en una ley específica, en el marco legal vigente existen vacíos en la parte de funciones/mandatos sobre el manejo integral de los recursos geotérmicos y su aprovechamiento sostenible (SICA, 2021).

La Ley General de la Industria Eléctrica, vigente desde el año 2014 estipula que “La investigación y estudio, así como la eventual explotación posterior del viento o la radiación solar como fuentes de energía podrá efectuarse libremente en todo el territorio nacional”, no hay especificaciones referentes a la geotermia en esta Ley. Por tal razón, para el estudio y desarrollo de proyectos geotérmicos se considera el proceso de permiso otorgado por la CREE (Decreto 404-2013, Sección D).

PERMISOS DE ESTUDIOS. La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), otorgará permisos de estudios para la construcción de obras de generación que hayan de utilizar recursos naturales renovables a cuyo efecto podrá establecer condiciones económicas para su otorgamiento. Los permisos tendrán una

duración máxima de dos (2) años, prorrogables por el mismo término una sola vez. Los permisos se revocarán de oficio si en un término de seis meses no se han iniciado los estudios y presentado los informes requeridos por la CREE.

El reglamento de compras de capacidad firme y energía también tendrá relevancia importante para proyectos de generación eléctrica geotérmica, aunque hay que destacar que los cortos plazos de contrato no favorecen a la geotermia, aunque sea potencia firme. También hay que destacar que la ley a través de su reglamento sobre autoconsumo permite la generación eléctrica para el autoabastecimiento de los usuarios. Los Proyectos Geotérmicos aislados son permitidos en base de estas condiciones de ley. Para proyectos de Uso Directo no es aplicable la ley ni su reglamentación. El decreto 404-2013 no creó un enlace a un reglamento sobre incentivos, a menos de un beneficio de impuestos. Hasta el momento no ha entrado ninguna planta geotérmica de generación de energía eléctrica en el marco de la nueva ley.

La planta geotérmica GeoPlatanares se desarrolla bajo el marco de la Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables (Documentos-CPI-CREE-01-2019_Ley-de-Promoción-a-la-Generación-de-Energía-Eléctrico-con-Recursos-Renovables.pdf, s. f.). Esta creó incentivos para proyectos de energía renovables, incluyendo los proyectos geotérmicos para producción de energía eléctrica los cuales son beneficiados con exoneración en pago de impuesto de importación e impuestos fiscales, como también la prioridad de despacho de energía y un incentivo del 10% al costo del kWh generado. Esta Ley también indica que los proyectos geotérmicos no requieren el permiso de contrata o concesión de agua según el Artículo 22 de la reforma 138-2013.

Desde 2018, la Secretaría de Energía de Honduras ha trabajado en una propuesta de Política de Fomento a la Geotermia con su plan de acción e indicadores, lo cual está en proceso de aprobación técnica por parte de la Dirección Presidencial de Planificación Estratégica, Presupuesto e Inversión Pública. Dicha política establece también mecanismos de financiamiento para la inversión en proyectos geotérmicos tanto para producción de electricidad como para aplicaciones de Uso Directo. Asimismo, impulsa acciones en términos de investigación y desarrollo, como también la implementación de un marco regulatorio que promueva el desarrollo geotérmico (SICA, 2021).

Hay otras leyes vigentes con importancia secundaria a la geotermia y sus proyectos de

aprovechamiento. La Ley General del Ambiente y sus reformas regulan el aprovechamiento de los recursos renovables de forma sostenible y regula la gestión de evaluación de impacto ambiental, otorgando licencias ambientales (SICA, 2021).

La Ley General de Aguas (Congreso Nacional de Honduras, 2009), considera la protección hídrica y regula su aprovechamiento, incluyendo la perforación, pero no tiene especificaciones sobre aguas termales.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA

La matriz metodológica es una herramienta clave en la planificación de una investigación, ya que permite al investigador estructurar de forma clara y general el proceso que se va a desarrollar. Su función principal es organizar y visualizar los distintos componentes del proyecto (como los objetivos, preguntas, variables, metodología y resultados esperados), asegurando coherencia y consistencia en el diseño. Además, proporciona un marco estructurado que facilita la conexión entre las distintas partes del estudio, mejora la calidad y validez de los resultados y permite un seguimiento eficiente del avance del proyecto, así como una comunicación clara sobre su diseño.

Tabla 2. Matriz metodológica

Título de la investigación	Preguntas de investigación		Objetivos		Variables	Dimensiones	Ítems
	General	Específica	General	Específica			
PROPUESTA DE SOCIALIZACIÓN DEL IMPACTO DE LA INCORPORACIÓN DE 20 MW DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN EL MUNICIPIO DE SAN IGNACIO, HONDURAS	¿Cómo puede desarrollarse un plan de socialización que informe a la comunidad de San Ignacio sobre el impacto técnico, ambiental y socioeconómico de la incorporación de la energía geotérmica en la matriz energética?	1. ¿Cuál es el impacto técnico que genera la incorporación de energía geotérmica en el sistema interconectado nacional y qué tan viable es su integración desde el punto de vista de eficiencia, estabilidad y confiabilidad?	Estructurar una propuesta de socialización que informe a la comunidad de San Ignacio sobre el impacto técnico, ambiental y socioeconómico de la incorporación de la energía geotérmica en la matriz energética, con el fin de facilitar su comprensión, generar participación y fomentar una toma de decisiones informada y equitativa.	1. Evaluar el impacto técnico de la conexión de energía geotérmica en el sistema interconectado nacional, con el fin de comprender su viabilidad en la incorporación.	Impacto técnico	Calidad del servicio actual	Frecuencia de interrupciones eléctricas (número mensual o anual).
							Duración promedio de interrupciones
							Nivel de fluctuaciones de voltaje reportadas
							porcentaje de la demanda actual no cubierta o con suministro deficiente.
						Capacidad de integración	Porcentaje de carga que puede ser absorbida por la red.
							Compatibilidad con la infraestructura existente.
							Nivel de sincronización.

					Seguridad operativa	Riesgos de fallos por inestabilidad.			
						Existencia de protecciones y automatización.			
		2. ¿Qué efectos ambientales genera la energía geotérmica en el ecosistema y la salud local, y cómo pueden mitigarse?		2. Analizar el impacto ambiental de la incorporación de energía geotérmica, enfocándose en los posibles efectos en el ecosistema local y la salud de los habitantes cercanos, para garantizar un desarrollo sostenible y minimizar riesgos ambientales.	Impacto ambiental	Medio hídrico	Alteración en la calidad del agua subterránea o superficial.		
			Cambios en temperatura de fuentes de agua.						
			Riesgo de contaminación por vertidos.						
			Consumo hídrico del sistema.						
								Medio edáfico (suelo)	Riesgo de erosión del suelo.
									Contaminación térmica o química del terreno.
									Compactación o pérdida de cobertura vegetal.
									Alteración de propiedades físicas/químicas.
								Medio atmosférico (aire y clima)	Emisión de gases geotérmicos (H ₂ S, CO ₂ , etc.).
									Niveles de ruido y vibraciones.
									Olores perceptibles por la comunidad.

					Riesgo de calentamiento local o micro climático.
					Número de empleos directos e indirectos.
					Tipos de empleos generados (calificados/no calificados).
					Duración de los contratos.
					Participación local en el empleo.
					Incremento en ingresos de la comunidad.
					Nuevas oportunidades de negocios.
					Atracción de inversión.
					Diversificación productiva.
	3. ¿Cuál es el impacto socioeconómico del proyecto geotérmico en la comunidad de San Ignacio en términos de generación de empleo, desarrollo económico y oportunidades de participación comunitaria?	3. Determinar el impacto socioeconómico del proyecto, evaluando su influencia en la generación de empleo y las oportunidades de proyección social en la comunidad de San Ignacio, con el objetivo de fomentar el crecimiento económico y mejorar la calidad de vida de los habitantes.	Impacto socioeconómico	Generación de empleo	
				Desarrollo económico local	

						Desarrollo Local	Programas sociales derivados del proyecto.
							Percepción comunitaria sobre el beneficio del proyecto.
							Aumento de infraestructura comunitaria.
							Apoyo educativo o cultural.

Fuente: (Elaboración Propia, 2025)

3.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO

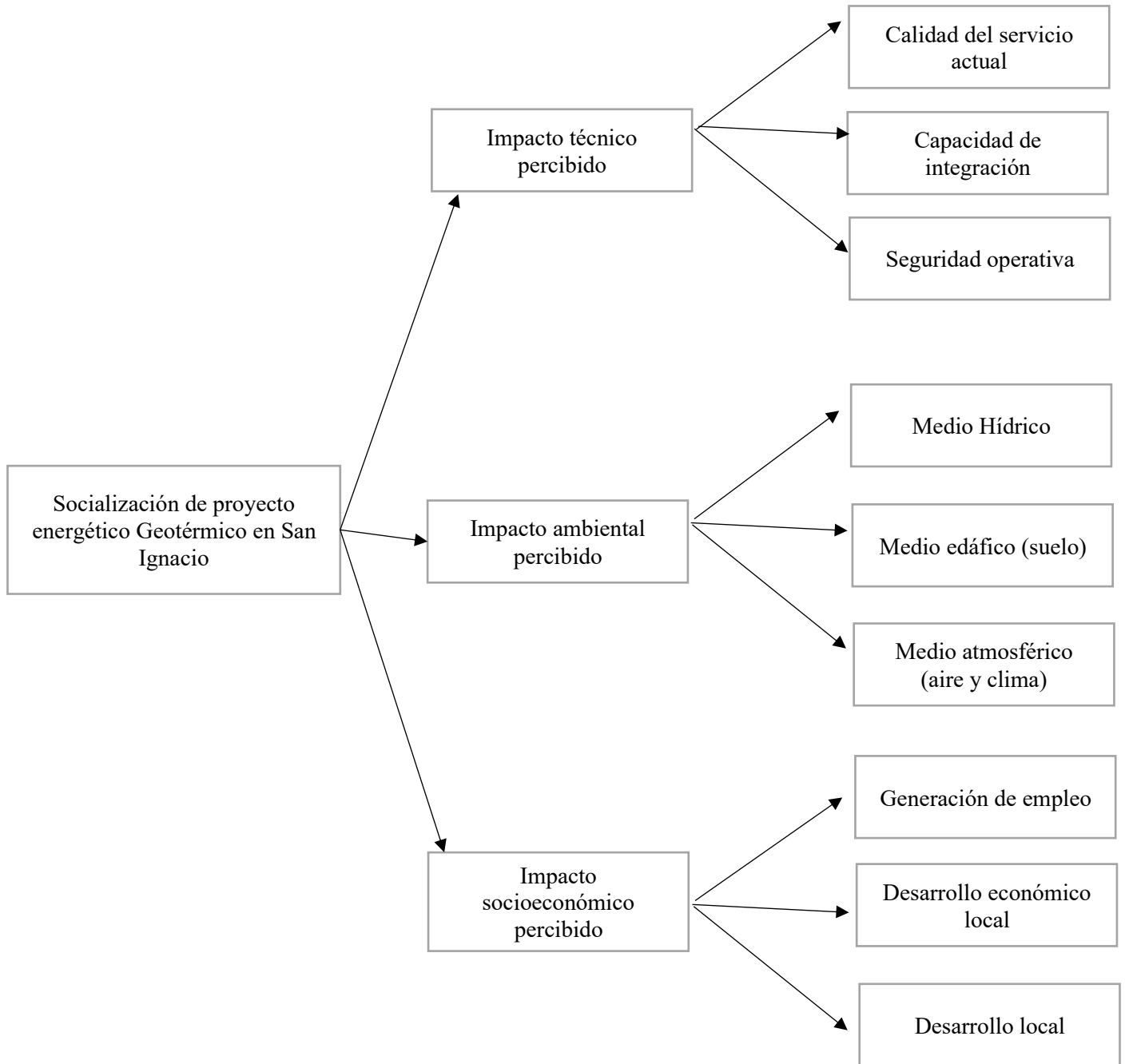


Figura 3. Esquema de variables de estudio

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 3. Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Ítems
Calidad del servicio eléctrico actual	Percepción comunitaria sobre la estabilidad y eficiencia del sistema eléctrico existente.	Se evaluará por medio de preguntas sobre la frecuencia de apagones, fluctuaciones de voltaje y satisfacción con el servicio.	Impacto Técnico	Frecuencia de apagones, fluctuaciones de voltaje, percepción de calidad.
Capacidad de integración	Capacidad del sistema eléctrico para integrar una nueva fuente de generación.	Se evalúa la compatibilidad del sistema actual con la planta geotérmica, la sincronización y la capacidad de absorción de carga.		Compatibilidad de infraestructura, sincronización, absorción de carga.
Seguridad operativa	Grado de confiabilidad del sistema frente a fallas o eventos no previstos.	Se observa a través de la percepción sobre riesgos de fallos e implementación de sistemas de protección y automatización.		Percepción de riesgo, existencia de sistemas de protección.
Medio Hídrico	Calidad y cantidad del recurso hídrico en el entorno del proyecto.	Se valora el impacto en fuentes de agua, cambios de temperatura y riesgos de contaminación o sobreuso del agua.	Impacto Ambiental	Calidad del agua, uso de fuentes, vertidos y temperatura.
Medio edáfico (suelo)	Estado del suelo y su capacidad de soporte ante impactos físicos o químicos.	Se mide el riesgo de erosión, contaminación del terreno y afectaciones a sus propiedades o cobertura vegetal.		Riesgo de erosión, contaminación química, cambios en vegetación.
Medio atmosférico (aire y clima)	Condiciones del aire y posibles alteraciones microclimáticas por el proyecto.	Se evalúan emisiones de gases, niveles de ruido y vibraciones, olores y posibles efectos de calentamiento local.		Emisión de gases, olores, ruido, percepción de calentamiento.
Generación de empleo	Posibilidad de generar trabajo directo o indirecto en la comunidad.	Se analiza la cantidad y calidad del empleo generado, la		Número de empleos, tipo de contratación, empleo local.

		duración de los contratos y la inclusión de personas locales.	Impacto Socioeconómico	
Desarrollo económico local	Impacto del proyecto en la economía de la comunidad.	Se mide a través del incremento de ingresos, creación de negocios, atracción de inversión y diversificación económica.		Ingresos locales, nuevos negocios, inversión externa.
Desarrollo local	Beneficios adicionales en infraestructura y programas sociales o culturales.	Se observa la percepción sobre el beneficio del proyecto en infraestructura, educación, cultura y programas de apoyo a la comunidad.		Percepción de mejoras, programas sociales, infraestructura.

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

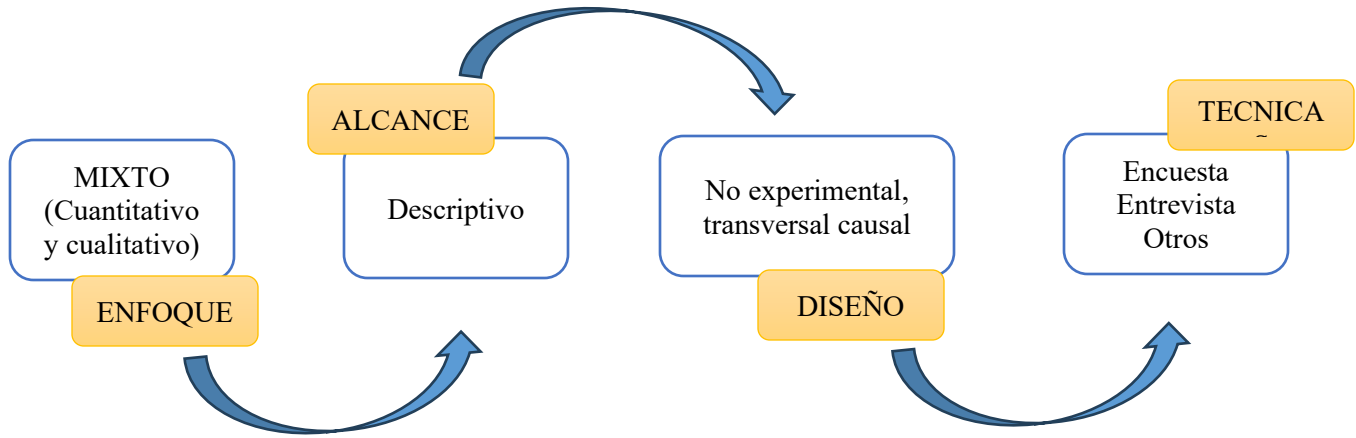


Figura 4. Diagrama de enfoque y métodos de investigación

Fuente: (Elaboración, 2025).

La presente investigación adopta un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos, con el propósito de obtener una comprensión integral del impacto técnico, ambiental y socioeconómico de la incorporación de energía geotérmica en San Ignacio, así como diseñar una propuesta de socialización adecuada. El enfoque cuantitativo permitirá analizar datos estadísticos provenientes de encuestas aplicadas a la comunidad, mientras que el enfoque cualitativo se empleará para interpretar percepciones y argumentos, particularmente a través de entrevistas al grupo ambientalista del Valle de Siria.

El alcance de la investigación es descriptivo, ya que busca caracterizar los efectos del proyecto en términos técnicos, ambientales y sociales, además de identificar los canales y estrategias más eficaces para comunicar estos resultados a la población.

El diseño metodológico es no experimental transversal causal, comparando grupos sin manipular variables, sino que se observarán los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural.

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, se utilizarán: Encuestas a los habitantes del municipio de San Ignacio, entrevistas al grupo ambientalista del Valle de Siria, observaciones directas en campo y simulación de escenario en el software DigSILENT.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Definidos el enfoque, el alcance y los métodos de investigación, es fundamental establecer el diseño metodológico adecuado para responder a las preguntas planteadas. En este estudio se adopta un diseño con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y con recolección de datos de tipo transversal causal. A partir de ello, se presenta a continuación la descripción de la población y la muestra utilizada para la aplicación de los instrumentos de recolección de información.

3.3.1 POBLACIÓN

Se entiende Población como un conjunto de objetos llamados comúnmente elementos, que tienen en común una o varias características particulares que se desean estudiar esta puede ser finita o infinita. Cada miembro de ese grupo se llama individuo, sin embargo, en la mayoría de las investigaciones no es posible estudiar a todos los individuos de una población, ya sea por falta de tiempo, recursos u otros factores. Por eso, se elige trabajar con una parte más pequeña de ese grupo, llamada muestra.

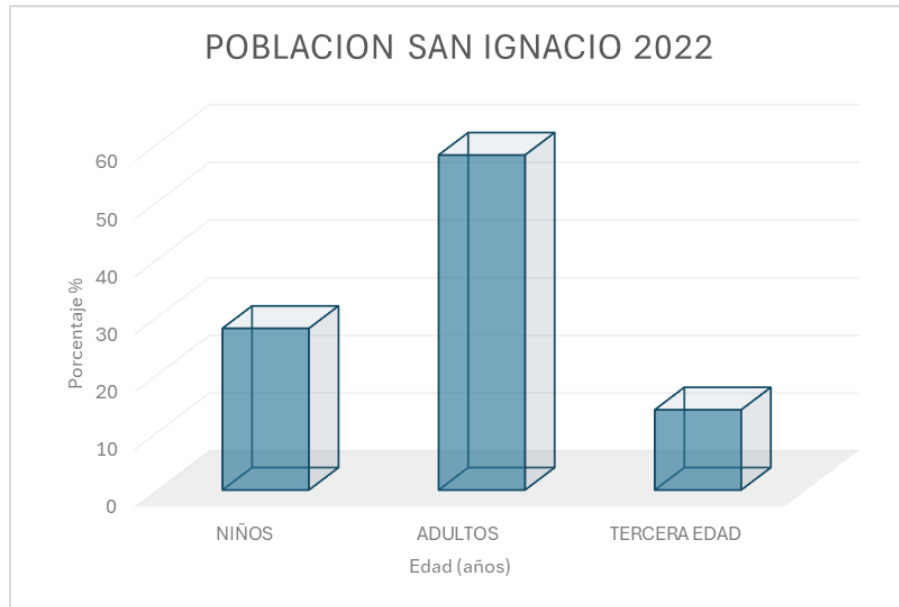
La población total del municipio de San Ignacio, según datos del censo del (Instituto Nacional de Estadística, 2013), es de aproximadamente 9,554 habitantes para el año 2022. Esta cifra resulta de la suma de los diferentes grupos de edad: un 28.02% (2,677 personas) corresponde a niños y jóvenes menores de 14 años, un 13.91% (1,329 personas) a adultos mayores de más de 60 años, y el 58.07% restante (5,548 personas) son adultos entre los 15 y 59 años.

Tabla 4. Población por edad San Ignacio

POBLACION SAN IGNACIO 2022		
EDAD	PORCENTAJE	POBLACION
NIÑOS	28.02 %	2677
ADULTOS	58.07 %	5548
TERCERA EDAD	13.91 %	1329
TOTAL		9554

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Gráfico 1. Distribución de población por edad



Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Para el desarrollo del presente estudio de investigación, se excluirá del análisis y la muestra poblacional a los niños y jóvenes menores de 14 años, ya que no cuentan con el nivel de conciencia necesario para comprender los impactos de proyectos energéticos como el geotérmico. La población considerada para la encuesta incluirá tanto a los adultos entre 15 y 59 años como a los adultos mayores de 60 años, ya que ambos grupos representan sectores que pueden verse afectados directa o indirectamente por la implementación del proyecto. No obstante, dentro del grupo de adultos mayores, será importante analizar con mayor detalle su nivel de interés y disposición a participar, dado que algunas personas de edad avanzada podrían mostrar desinterés o desapego hacia cambios futuros en la zona. Este filtro no busca excluir, sino entender mejor los perfiles de participación, asegurando que la muestra recoja las percepciones reales de quienes aún se sienten involucrados con el desarrollo y bienestar de la comunidad.

3.3.2 MUESTRA

Una muestra es una porción reducida de individuos seleccionados a partir de una población más extensa, los cuales comparten rasgos que los hacen representativos del grupo total. El objetivo al escoger este subconjunto de personas es lograr que reflejen notoriamente las características y la variedad presentes en toda la población.

3.3.3 TÉCNICAS DE MUESTREO

Para llevar a cabo la investigación, se empleará un método de muestreo probabilístico, específicamente el muestreo aleatorio simple. Esta técnica consiste en seleccionar, de forma completamente aleatoria, un conjunto de participantes (muestra) representativo de una población más amplia, asegurando que cada individuo tenga la misma probabilidad de ser incluido en la muestra.

El muestreo aleatorio simple, dentro de las técnicas probabilísticas, se caracteriza por su simplicidad, eficiencia y transparencia. En una población de tamaño N , se selecciona una muestra de tamaño n totalmente aleatoria, es decir, todos los elementos tienen exactamente la misma posibilidad de ser escogidos. Esta equidad en la selección garantiza la representatividad y reduce al mínimo la posibilidad de introducir errores sistemáticos.

Además de ser eficiente en términos de tiempo y recursos, este método proporciona una base sólida para el análisis estadístico, ya que permite realizar inferencias válidas y confiables sobre la población total. Su correcta aplicación asegura la imparcialidad en la selección de los participantes y fortalece la validez externa de los resultados obtenidos.

Para el cálculo de la muestra se utilizó la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{E^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q} = n \text{ encuestas}$$

Tabla 5. Significado de Variables de la Fórmula de Muestreo

Variable	Donde	Criterio
n	tamaño de la muestra	364
N	tamaño de la población finita	6877
Z	es según el nivel de confianza	95% - 1.96
q	probabilidad de fracaso	0.5 si es desconocido
p	probabilidad de éxito	0.5 si es desconocido
E	Margen de error tolerado	5% - 0.05

Fuente: (elaboración propia, 2025)

El tamaño de la muestra calculado es de 364 individuos. Este tamaño de muestra es suficiente para alcanzar un nivel de confianza del 95% con un margen de error del 5%. Este cálculo asegura que los resultados del estudio serán tanto estadísticamente significativos como aplicables a la población general.

3.4 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS

3.4.1 TÉCNICAS

3.4.1.1 ENCUESTA O CUESTIONARIO

Un cuestionario es una herramienta de investigación diseñada para recopilar información de un grupo específico de personas mediante un conjunto sistemático y cuidadosamente elaborado de preguntas, que pueden variar en tipo y forma. Estas preguntas están orientadas a evaluar hechos o aspectos relevantes para una investigación o evaluación determinada. Los cuestionarios pueden aplicarse de diversas maneras, como administrarse directamente a grupos o enviarse por correo, y los datos obtenidos son posteriormente analizados para extraer conclusiones fundamentadas (Muñoz, s. f.).

3.4.1.2 ENTREVISTA

La entrevista es un método para recopilar información que, además de ser una herramienta común en investigaciones, posee un valor propio. Su propósito principal es recoger datos de manera verbal y personalizada acerca de hechos, vivencias u opiniones de las personas. En este proceso intervienen al menos dos individuos: uno asume el papel de entrevistador y el otro el de entrevistado, estableciéndose entre ellos una interacción centrada en un tema específico de estudio (Pilar Folguez & Bertomeu, s. f.).

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

La investigación se basará en fuentes primarias y secundarias para analizar el impacto de la incorporación de energía geotérmica en San Ignacio. Esta combinación permitirá obtener una visión integral del proyecto y sustentar adecuadamente una propuesta de socialización para la comunidad.

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias corresponden a la información recolectada de primera mano durante el proceso investigativo. Este tipo de información es fundamental para comprender las percepciones, conocimientos, preocupaciones y expectativas de los actores directamente involucrados o afectados por la implementación del proyecto geotérmico en el municipio de San Ignacio. En esta investigación, se utilizarán las siguientes fuentes primarias:

1. Encuestas estructuradas: estas serán aplicadas a la población filtrada en el apartado 3.3.2 del municipio de San Ignacio, con el objetivo de recolectar datos sobre la percepción del impacto técnico, ambiental y socioeconómico del proyecto, así como el nivel de conocimiento y disposición a participar en los procesos de socialización.
2. Observación directa en campo: desarrollada durante visitas a la comunidad y a las zonas vinculadas al proyecto. Esta técnica permitirá registrar información contextual sobre las condiciones del entorno, así como sobre las dinámicas sociales y comunitarias relevantes para el proceso de socialización.
3. Mediciones técnicas: realizadas en la red eléctrica del municipio de San Ignacio, con el fin de ver el estado actual del sistema eléctrico en términos de estabilidad, voltaje y calidad del servicio. Estas mediciones se complementarán con simulaciones realizadas en el software DIGSILENT, permitiendo comparar el comportamiento técnico de la red antes y después de la incorporación de energía geotérmica.

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias comprenden toda la información ya existente que sirve de base teórica y contextual para el análisis del proyecto geotérmico. Estas fuentes aportan datos relevantes sobre antecedentes técnicos, normativas legales, estadísticas nacionales y experiencias previas, y constituyen un insumo clave para fortalecer la interpretación de los resultados. Entre las principales fuentes secundarias utilizadas se incluyen:

1. Estudios técnicos previos y documentación especializada, tales como informes sobre la central geotérmica Geoplatanares, estudios de prefactibilidad en San Ignacio, y reportes de organizaciones como IRENA, BID y CEPAL sobre energía geotérmica en Centroamérica.
2. Bases de datos oficiales provenientes de instituciones como el Instituto Nacional de Estadística (INE), la Secretaría de Energía (SEN), la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), y organismos internacionales como el Banco Mundial.
3. Artículos académicos y científicos, que abordan temáticas relacionadas con la energía geotérmica, impacto técnico en sistemas eléctricos, evaluación ambiental, impacto social y modelos de participación ciudadana en proyectos energéticos.
4. Normativa legal vigente, como la Ley General de la Industria Eléctrica, la Ley General del

Ambiente, la Ley General de Aguas, y documentos normativos relacionados con la evaluación de impacto ambiental y el desarrollo de proyectos con fuentes renovables.

5. Tesis, trabajos académicos y documentos institucionales, elaborados por universidades, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, que aporten información complementaria y relevante al contexto local de San Ignacio y al desarrollo sostenible en proyectos energéticos.

3.6 LIMITACIONES DE ESTUDIO

A lo largo del desarrollo de esta investigación se presentaron algunas limitaciones que es importante señalar. Uno de los principales desafíos fue la falta de acceso a información técnica específica sobre el proyecto geotérmico. En particular, la Alcaldía Municipal de San Ignacio no facilitó un informe previamente presentado por la empresa desarrolladora, el cual contenía información relevante para comprender el alcance técnico del proyecto. Esta situación limitó la posibilidad de contrastar ciertos datos de manera directa.

Asimismo, si bien se aplicaron encuestas a una muestra representativa de la población local, factores como la disponibilidad de los participantes, el tiempo limitado para la recolección de datos y la posibilidad de sesgos en las respuestas pudieron haber influido en los resultados obtenidos.

Por otra parte, la simulación técnica del impacto eléctrico se basó en escenarios proyectados, dado que la planta aún no se encuentra en operación, lo cual implica que algunas conclusiones técnicas están sujetas a ajustes cuando se cuente con datos reales de funcionamiento.

A pesar de estas limitaciones, el estudio proporciona insumos relevantes y válidos para el diseño de una estrategia de socialización, sustentada en el análisis técnico, ambiental y socioeconómico del contexto local.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos a través de la encuesta aplicada en el municipio de San Ignacio, como parte central del proceso de recolección de datos. Este análisis se ha estructurado con el objetivo de responder de manera directa a los tres objetivos específicos que guían esta investigación: evaluar el impacto técnico de la incorporación de energía geotérmica en el sistema interconectado nacional; analizar los posibles efectos ambientales de su implementación; y determinar el impacto socioeconómico que este tipo de proyectos podría generar en la comunidad.

Además del análisis interpretativo de los datos recopilados en campo, este capítulo incorpora un bloque investigativo complementario, en el que se abordan los mismos ejes técnicos, ambientales y socioeconómicos desde una perspectiva documental. Esto permite contrastar y enriquecer los hallazgos empíricos con antecedentes teóricos, estudios similares y experiencias internacionales, contribuyendo así a una comprensión más sólida y argumentada de los posibles efectos de un proyecto de esta magnitud en el contexto local de San Ignacio.

Así, más que presentar simples porcentajes, esta sección se convierte en un espacio de reflexión profunda sobre las percepciones, expectativas y preocupaciones de la población, así como sobre las implicaciones reales que un proyecto de energía geotérmica puede tener en su entorno. Este abordaje integral permite sustentar propuestas concretas y fundamentadas para una socialización efectiva y una implementación responsable del proyecto.

4.1 INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para llevar a cabo la recolección de información primaria en esta investigación, se utilizó un formulario digital elaborado en la plataforma Google Forms, el cual permitió aplicar la encuesta de manera práctica, segura y eficiente. La distribución del formulario se realizó a través de medios digitales con acceso directo a la población objetivo del municipio de San Ignacio, departamento de Francisco Morazán, Honduras.

El principal canal de difusión fue una página local en Facebook ampliamente seguida por habitantes del municipio. Adicionalmente, se compartió en varios grupos de WhatsApp donde se tenía certeza de que sus integrantes eran residentes de este. Estas vías fueron seleccionadas

estratégicamente por su alcance y porque permiten una comunicación directa con la comunidad, garantizando así una mayor participación de personas que realmente viven en la zona de estudio.

Las preguntas de la encuesta fueron diseñadas en correspondencia con los objetivos específicos de la investigación, y estructuradas para obtener información útil relacionada con el impacto técnico, ambiental y socioeconómico del proyecto de energía geotérmica propuesto para el municipio. Cada ítem fue formulado con el fin de recoger percepciones, preocupaciones, expectativas y niveles de conocimiento por parte de la población, en torno al desarrollo e implementación de esta fuente de energía renovable.

Como resultado de este proceso, se logró recolectar un total de 402 encuestas debidamente completadas, lo cual supera el tamaño de muestra mínimo estimado, aportando una base sólida para el análisis de los datos. Este número de respuestas permitió tener una representación adecuada de las opiniones y valoraciones de la población sobre el tema.

Finalmente, el análisis de los datos, incluyendo los cruces entre variables sociodemográficas y las distintas dimensiones evaluadas, fue realizado con el apoyo del software estadístico Minitab, lo cual permitió identificar relaciones significativas y patrones relevantes para el desarrollo de las conclusiones.

4.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS

4.2.1 RESULTADOS CUANTITATIVOS

6.5.2.1 ASPECTO TECNICO

Tabla 6. Resultados de encuesta aplicada con relación a la parte técnica

No	Pregunta	ITEM	Codificación/ Opciones	Respuestas	%	Total
1	¿Con qué frecuencia se interrumpe el servicio eléctrico en su comunidad?	Frecuencia de interrupción	Muy frecuentemente	247	61.44%	100.00%
			Frecuentemente	111	27.61%	
2	¿Cuánto tiempo suelen durar las interrupciones eléctricas?	Duración de las interrupciones	Menos de 30 minutos	6	1.49%	100.00%
			Entre 30 y 120 minutos	98	24.38%	
			Mas de 2 horas	298	74.13%	
3	¿Ha notado bajones de voltaje en su vivienda?	Variación de voltaje	Si	391	97.26%	100.00%
			No	11	2.74%	
4	¿Considera que el suministro eléctrico en la actualidad cubre adecuadamente las necesidades de su comunidad?	Cubrimiento de la necesidad	Si	194	48.26%	100.00%
			No	182	45.27%	
			No sabe	26	6.47%	
5	¿Cree que una planta geotérmica puede mejorar el servicio eléctrico en su comunidad?	Mejora	Si	326	81.09%	100.00%
			No	51	12.69%	
			No sabe	25	6.22%	
6	¿Considera que el sistema eléctrico actual puede adaptarse a nuevas fuentes como la geotérmica?	Compatibilidad	Si	299	74.38%	100.00%
			No	57	14.18%	
			No sabe	46	11.44%	
7	¿Es importante para usted que la planta esté correctamente sincronizada con la red nacional?	Sincronización	Si	315	78.36%	100.00%
			No	51	12.69%	
			No sabe	36	8.96%	
8	¿Le preocupa que una planta geotérmica pueda causar inestabilidad en el servicio eléctrico?	Riesgo por inestabilidad	Si	209	51.99%	100.00%
			No	141	35.07%	
			No sabe	52	12.94%	
9	¿Cree que se deben implementar sistemas de protección y automatización en este tipo de proyectos para evitar fallas eléctricas?	Existencia de protección	Si	336	83.58%	100.00%
			No	42	10.45%	
			No sabe	24	5.97%	

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

6.5.2.1 ASPECTO AMBIENTAL

Tabla 7. Resultados de encuesta aplicada con relación a la parte ambiental

No	Pregunta	ITEM	Codificación/ Opciones	Respuestas	%	Total
1	¿Le preocupa que el proyecto afecte la calidad de agua en su comunidad?	Calidad de agua	Si	244	60.70%	100.00%
			No	118	29.35%	
			No sabe	40	9.95%	
2	¿Ha notado o teme cambios en la temperatura de ríos o fuentes de agua cercanas?	Cambios de Temperatura	Si	260	64.68%	100.00%
			No	142	35.32%	
3	¿Cree que este tipo de proyecto generaría vertidos que contaminen el agua?	Contaminación por vertido	Si	245	60.95%	100.00%
			No	157	39.05%	
4	¿Está de acuerdo con que el proyecto utilice agua del entorno para su funcionamiento?	Consumo hídrico	Si	287	71.39%	100.00%
			No	115	28.61%	
5	¿Cree que el proyecto podría causar erosión del suelo en la zona?	Riesgo de erosión	Si	237	58.96%	100.00%
			No	165	41.04%	
6	¿Cree que este tipo de proyecto puede contaminar el terreno por el uso productos químicos?	Riesgo de contaminación	Si	284	70.65%	100.00%
			No	118	29.35%	
7	¿Cree que se verá afectada la vegetación local si se desarrolla este proyecto?	Pérdida de cobertura vegetal	Si	249	61.94%	100.00%
			No	153	38.06%	
8	¿Cree que podrían formarse fisuras o grietas en el terreno si se desarrolla este proyecto?	Alteración física/químicas del suelo	Si	243	60.45%	100.00%
			No	159	39.55%	
9	¿Conoce que estos proyectos pueden emitir gases como dióxido de carbono o sulfuro de hidrógeno?	Emisión de gases geotérmicos (H ₂ S, CO ₂ , etc.).	Si	217	53.98%	100.00%
			No	45	11.19%	
			No sabe	140	34.83%	
10	¿Le preocupa que el proyecto emita olores desagradables en la comunidad?	Niveles de ruido y vibraciones.	Si	291	72.39%	100.00%
			No	111	27.61%	
11	¿Le preocupa que se generen ruidos o vibraciones por la planta mientras se construye y mientras opera?	Olores y vibraciones perceptibles	Si	287	71.39%	100.00%
			No	115	28.61%	
12	¿Considera que este proyecto podría alterar el clima local (aumento de calor en la zona)?	Riesgo de calentamiento local	Si	264	65.67%	100.00%
			No	138	34.33%	

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

6.5.2.1 ASPECTO SOCIECONOMICO

Tabla 8. Resultados de encuesta aplicada con relación a la parte Socioeconómica

No	Pregunta	ITEM	Codificación/ Opciones	Respuestas	%	Total
1	¿Cree que el proyecto generará empleos directos e indirectos en San Ignacio?	Número de empleos directos e indirectos.	Si	316	78.61%	100.00%
			No	51	12.69%	
			No sabe	35	8.71%	
2	¿Qué tipo de empleo espera que se genere principalmente?	Tipos de empleos generados (calificados/no calificados).	Calificado	246	61.19%	100.00%
			No calificado	137	34.08%	
			Ambos	19	4.73%	
3	¿Cree que los empleos deben ofrecer contratos duraderos?	Duración de los contratos.	Si	381	94.78%	100.00%
			No	21	5.22%	
4	¿Considera importante que se contrate personal del municipio prioritariamente?	Participación local en el empleo.	Si	389	96.77%	100.00%
			No	13	3.23%	
5	¿Cree que el proyecto aumentará los ingresos generales de la comunidad?	Incremento en ingresos de la comunidad.	Si	368	91.54%	100.00%
			No	34	8.46%	
6	¿Piensa que el desarrollo de este proyecto puede permitir desarrollar nuevos negocios, atraer inversión al municipio?	Nuevas oportunidades de negocios.	Si	365	90.80%	100.00%
			No	37	9.20%	
7	¿Piensa que este tipo de proyectos puede diversificar la economía local?	Atracción de inversión.	Si	327	81.34%	100.00%
			No	75	18.66%	
8	¿Ha recibido información directa u oficial sobre este proyecto?	Información del proyecto	Si	174	43.28%	100.00%
			No	155	38.56%	
			Solo por rumores	73	18.16%	
9	¿Le gustaría que se realizara una consulta pública antes de iniciar el proyecto?	Participación ciudadana	Si	345	85.82%	100.00%
			No	42	10.45%	
			No sabe	15	3.73%	
10	¿Confía en que las autoridades supervisarán adecuadamente este tipo de proyectos?	Supervisión por las autoridades	Si	301	74.88%	100.00%
			No	91	22.64%	
			Otras	10	2.49%	
11	¿Espera que el proyecto incluya programas sociales (educación, salud, apoyo a grupos vulnerables)?	Programas sociales derivados del proyecto.	Si	361	89.80%	100.00%
			No	41	10.20%	
12	¿Cree que este proyecto traerá beneficios reales a su comunidad?	Percepción comunitaria sobre el	Si	335	83.33%	100.00%
			No	67	16.67%	

		beneficio del proyecto.				
13	¿Cree que habrá mejoras en carreteras, escuelas o edificios públicos debido al proyecto?	Aumento de infraestructura comunitaria.	Si	327	81.34%	100.00%
			No	75	18.66%	
14	¿Cree que debe incluirse apoyo a la cultura o educación local como parte del beneficio del proyecto?	Apoyo educativo o cultural.	Si	368	91.54%	100.00%
			No	34	8.46%	

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

4.2.2 ANÁLISIS CUALITATIVO

6.5.2.3. ASPECTO TECNICO

¿CON QUÉ FRECUENCIA SE INTERRUMPE EL SERVICIO ELÉCTRICO EN SU COMUNIDAD?

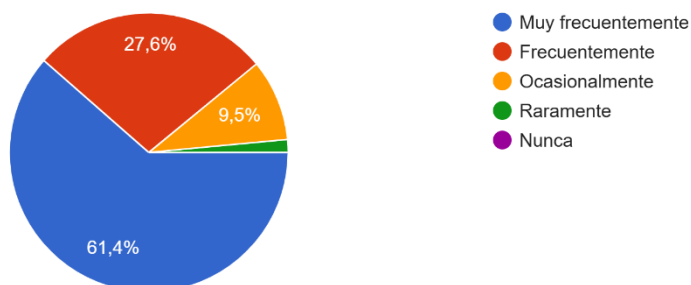


Figura 5. Frecuencia de interrupción de energía eléctrica en San Ignacio

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Los resultados obtenidos sobre la frecuencia de interrupciones del servicio eléctrico en San Ignacio evidencian un escenario crítico de inestabilidad energética. Un 61.4% de los encuestados manifestó que las interrupciones ocurren muy frecuentemente, y un 27.6% las consideró frecuentes. Esto indica que casi 9 de cada 10 personas (89%) experimentan cortes de energía con regularidad en sus hogares o comunidades. En contraste, solo un 9.5% reportó que estos eventos son ocasionales, y apenas un 1.5% afirmó que los cortes se presentan raramente. Estas cifras reflejan una percepción generalizada de un sistema eléctrico frágil, poco confiable y con

afectaciones constantes.

Al contextualizar estos datos con las respuestas anteriores del cuestionario, el panorama se vuelve aún más revelador. Más del 50% de los encuestados ha residido en San Ignacio por más de 20 años, lo que confirma que no se trata de una percepción reciente o circunstancial, sino de una experiencia acumulada a lo largo del tiempo. Además, una gran parte de la muestra corresponde a personas en edades comprendidas entre los 25 y 59 años, es decir, individuos que se encuentran en plena actividad laboral, productiva y familiar. Para este grupo, los cortes frecuentes de electricidad representan una interrupción directa a sus jornadas de trabajo, limitan el uso de herramientas, afectan el funcionamiento de pequeños negocios y dificultan tareas esenciales del hogar, como la conservación de alimentos o el acceso a servicios básicos.

La tendencia general refleja un alto grado de inconformidad frente a la calidad del suministro eléctrico. Esta percepción no solo expone las deficiencias del sistema actual, sino que también abre la puerta a explorar soluciones energéticas más confiables. En este contexto, la energía geotérmica se posiciona como una alternativa estratégica: permite una generación constante, no depende de variables climáticas y puede responder eficazmente a las fallas señaladas por la comunidad.

En conclusión, este hallazgo refuerza la necesidad de modernizar la infraestructura eléctrica del municipio y, al mismo tiempo, justifica la incorporación de fuentes renovables como la geotermia. La percepción negativa generalizada puede transformarse en una oportunidad para fomentar la aceptación social de nuevas tecnologías energéticas, siempre y cuando se implementen adecuados procesos de socialización e información comunitaria.

¿CUÁNTO TIEMPO SUELEN DURAR LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS?

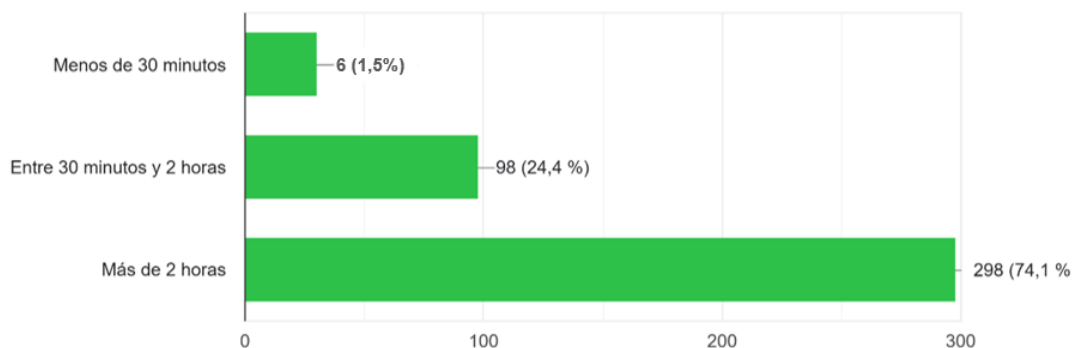


Figura 6. Tiempo de duración de las interrupciones eléctricas

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

La duración de los cortes eléctricos es otro indicador clave que refleja el deterioro del sistema energético en el municipio de San Ignacio. Según los resultados obtenidos, un 74.1% de los encuestados manifestó que las interrupciones en el servicio eléctrico suelen extenderse por más de dos horas, mientras que un 24.4% indicó que duran entre 30 minutos y 2 horas. Solo un 1.5% reportó que las interrupciones duran menos de 30 minutos. Combinando ambas experiencias muestra que más del 98.5% de los casos, los cortes eléctricos se prolongan más allá de media hora, lo que representa una seria afectación a las actividades cotidianas y productivas de los habitantes.

Esta percepción se relaciona directamente con la frecuencia reportada en la pregunta anterior, donde más del 89% de la población afirmó sufrir interrupciones frecuentes o muy frecuentes. El hecho de que esos cortes, además de comunes, sean prolongados, profundiza la afectación experimentada por la comunidad. Una duración superior a dos horas no solo representa una molestia, sino que implica riesgos económicos, sociales y de seguridad. En contextos rurales o semiurbanos como San Ignacio, donde muchas actividades económicas dependen del funcionamiento de sistemas eléctricos (refrigeración, iluminación, comunicaciones, bombeo de agua, etc.), este tipo de interrupciones genera pérdidas directas y deteriora la calidad de vida.

¿HA NOTADO BAJONES DE VOLTAJE EN SU VIVIENDA?

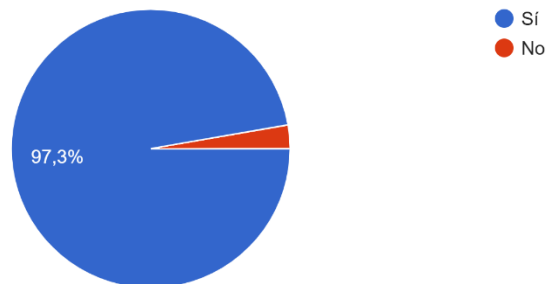


Figura 7. Presencia de bajones de voltaje en la vivienda

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Los resultados de la encuesta muestran que el fenómeno de los bajones de voltaje es una experiencia prácticamente generalizada entre los habitantes del municipio de San Ignacio. Un contundente 97.26% de los encuestados respondió afirmativamente a la pregunta “¿Ha notado bajones de voltaje en su vivienda?”, mientras que apenas un 2.74% indicó no haberlos percibido. Este resultado evidencia que el problema eléctrico en la zona no se limita únicamente a las interrupciones del servicio, sino que también abarca variaciones de voltaje que comprometen la calidad del suministro.

Este hallazgo, además de complementar lo observado en las preguntas anteriores sobre la frecuencia y duración de los cortes, refuerza la idea de un sistema eléctrico altamente inestable. Mientras que las interrupciones generan molestia por la ausencia del servicio, los bajones de voltaje representan un riesgo directo para los equipos eléctricos y electrodomésticos del hogar, los cuales pueden sufrir daños irreparables.

Los bajones de voltaje también implican que, incluso cuando hay suministro eléctrico, este no siempre es adecuado para satisfacer las necesidades básicas. Iluminación deficiente, fallas en equipos electrónicos, e incluso problemas en sistemas de refrigeración y bombeo de agua son algunas de las consecuencias más comunes que enfrentan los hogares con tensión inestable. En otras palabras, la cantidad de energía disponible no siempre es igual a calidad energética, lo cual profundiza aún más la insatisfacción de la población.

¿CONSIDERA QUE EL SUMINISTRO ELÉCTRICO EN LA ACTUALIDAD CUBRE ADECUADAMENTE LAS NECESIDADES DE SU COMUNIDAD?

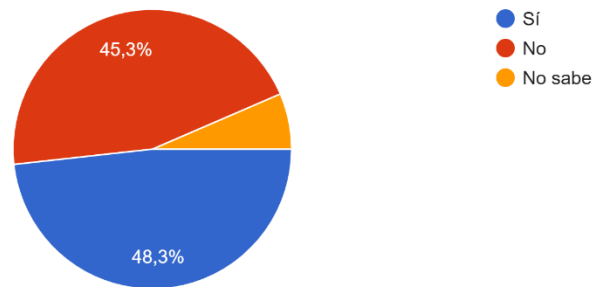


Figura 8. Cumplimiento adecuado del suministro eléctrico en la comunidad

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Al consultar si el suministro eléctrico actual cubre adecuadamente las necesidades de la comunidad, las respuestas se encuentran divididas, aunque con una ligera inclinación hacia una percepción positiva. Un 48.26% de los encuestados considera que el servicio eléctrico cumple con los requerimientos de su comunidad, mientras que un 45.27% opina lo contrario. Por su parte, un 6.47% expresó no estar seguro o no tener una opinión formada al respecto. Esta distribución revela una polarización evidente en la percepción del servicio, lo cual sugiere una experiencia diversa según el área geográfica, la infraestructura local o las condiciones individuales de cada usuario.

Este resultado puede parecer contradictorio con las respuestas anteriores, en las que la mayoría afirmó que el servicio eléctrico es interrumpido frecuentemente y que las interrupciones duran más de dos horas. Sin embargo, esta aparente contradicción se puede interpretar desde varias dimensiones. Primero, algunas personas pueden considerar que, pese a los cortes y bajones, el servicio sigue siendo funcional en términos generales, especialmente si lo comparan con condiciones anteriores o con otras regiones del país. Segundo, puede reflejar una resignación o normalización del mal servicio, donde la población ha ajustado sus expectativas a las limitaciones actuales del sistema.

¿CREE QUE UNA PLANTA GEOTÉRMICA PUEDE MEJORAR EL SERVICIO ELÉCTRICO EN SU COMUNIDAD?

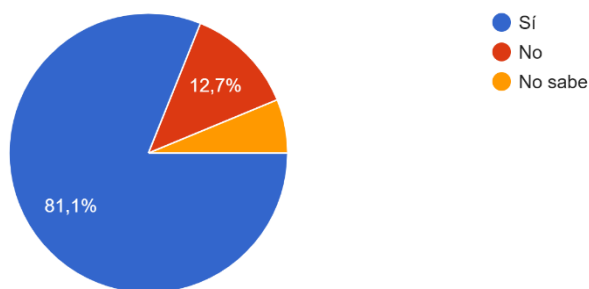


Figura 9. Percepción del mejoramiento del servicio con la incorporación de la Geotermia

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Al consultar sobre la percepción de la energía geotérmica como solución al problema eléctrico en San Ignacio, la gran mayoría de los encuestados respondió de forma afirmativa. Un 81.09% considera que la instalación de una planta geotérmica podría mejorar el servicio eléctrico en su comunidad, mientras que un 12.69% opina que no, y un 6.22% manifestó no saber o no tener suficiente información al respecto. Esta distribución muestra una actitud ampliamente receptiva ante la posibilidad de incorporar esta fuente de energía renovable como parte de la solución a los problemas energéticos locales.

Este resultado es particularmente relevante cuando se vincula con las percepciones críticas manifestadas en las preguntas anteriores: interrupciones frecuentes (89%), prolongadas (más del 98% superiores a 30 minutos), bajones de voltaje (97.26%) y una evaluación dividida sobre la confiabilidad del servicio (45.27% considera que no cubre adecuadamente las necesidades). En ese contexto, la predisposición favorable hacia la geotermia no surge de una campaña de promoción previa, sino más bien de una necesidad real de alternativas eficaces que mejoren la calidad del suministro.

¿CONSIDERA QUE EL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL PUEDE ADAPTARSE A NUEVAS FUENTES COMO LA GEOTÉRMICA?

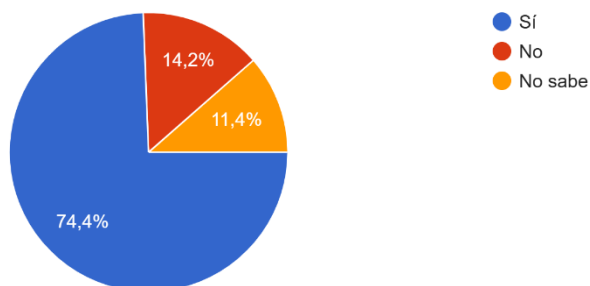


Figura 10. Percepción de adaptación del sistema eléctrico actual con nuevas fuentes de generación

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

La percepción sobre la capacidad del sistema eléctrico actual para integrarse con nuevas fuentes como la energía geotérmica es mayormente positiva entre los habitantes de San Ignacio. Un 74.38% de los encuestados considera que el sistema sí puede adaptarse, mientras que un 14.18% opina que no, y un 11.44% manifestó no saber o no tener una opinión clara al respecto. Estos resultados reflejan una visión optimista respecto a la viabilidad técnica del proyecto, aunque también revelan que existe un segmento de la población con dudas importantes.

La confianza de más de tres cuartas partes de la población en que el sistema eléctrico puede adaptarse a una nueva fuente como la geotermia sugiere que existe una percepción generalizada de flexibilidad en la infraestructura o, al menos, de disposición al cambio. Esto es importante porque demuestra que, más allá del reconocimiento de las fallas actuales del sistema (frecuencia de cortes, duración, bajones de voltaje, etc.), la población no considera que esté condenado al colapso ni que sea incapaz de evolucionar. Por el contrario, se percibe que hay margen para una transición, lo que abre espacio para la aceptación de soluciones renovables.

Este resultado también se relaciona con la actitud favorable expresada en la pregunta 9, donde un 81.09% de los encuestados señaló que una planta geotérmica podría mejorar el servicio eléctrico. Ambos hallazgos, en conjunto, permiten inferir que existe tanto un reconocimiento del problema como una apertura hacia el cambio tecnológico.

Por otro lado, el 14.18% que respondió negativamente plantea un desafío que no debe ser

subestimado. Estas personas podrían estar influidas por la experiencia diaria con una infraestructura deficiente, por desinformación técnica o por escepticismo general frente a proyectos gubernamentales o de inversión externa. Sus dudas son importantes porque reflejan la necesidad de fortalecer los procesos de socialización, especialmente en lo que respecta a la factibilidad técnica y a los beneficios reales que la integración geotérmica puede traer al sistema.

El 11.44% que respondió “no sabe” representa una población clave para el éxito del proyecto, ya que su postura aún no está definida. Este grupo requiere una estrategia comunicacional clara y accesible, que le permita comprender en qué consiste la adaptación del sistema eléctrico y cómo esta se llevará a cabo de manera segura, eficiente y sin afectar negativamente a la comunidad.

¿ES IMPORTANTE PARA USTED QUE LA PLANTA ESTÉ CORRECTAMENTE SINCRONIZADA CON LA RED NACIONAL?

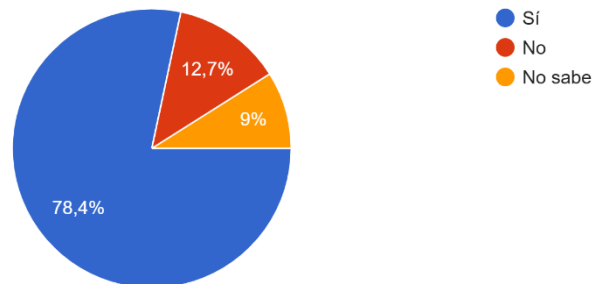


Figura 11. Importancia de que la red este correctamente sincronizada

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El resultado de esta pregunta muestra que la mayoría de la población valora como un aspecto crucial que la futura planta geotérmica esté adecuadamente sincronizada con la red nacional. Un 78.36% de los encuestados respondió afirmativamente, indicando que considera importante esta conexión técnica. Por otro lado, un 12.69% opinó que no es relevante, mientras que un 8.96% expresó no saber o no contar con la información suficiente para emitir una opinión clara.

Este alto nivel de importancia asignado a la sincronización refleja una percepción general

sobre la necesidad de que los proyectos de generación de energía estén integrados de manera efectiva al sistema eléctrico nacional. Aunque la mayoría de los encuestados probablemente no tenga conocimientos técnicos especializados, la respuesta evidencia que existe una conciencia básica de que un proyecto no aislado, sino bien conectado, puede garantizar mayor eficiencia y cobertura en la distribución de energía.

En contraste, el 12.69% que respondió negativamente podría estar asociado a una percepción más localista del proyecto, en la que lo relevante no es cómo se conecta la planta, sino simplemente que genere energía. También podría reflejar desconocimiento técnico o desinterés por los aspectos operativos del sistema, priorizando los beneficios directos sobre el funcionamiento estructural. Por su parte, el 8.96% que no sabe o no está seguro representa una población que puede beneficiarse enormemente de procesos de información clara y pedagógica sobre el funcionamiento de una planta geotérmica y su integración en la red nacional.

¿LE PREOCUPA QUE UNA PLANTA GEOTÉRMICA PUEDA CAUSAR INESTABILIDAD EN EL SERVICIO ELÉCTRICO?

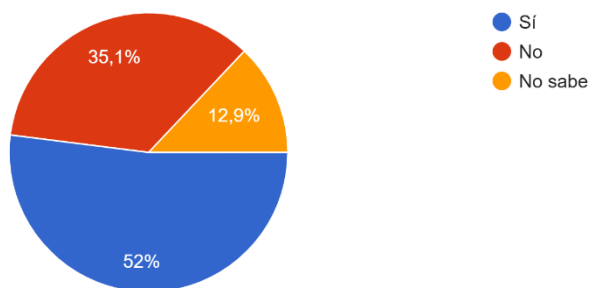


Figura 12. Preocupación de que la Geotérmica cause inestabilidad en la red

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

La opinión de los habitantes de San Ignacio ante la posibilidad de que una planta geotérmica pueda causar inestabilidad en el servicio eléctrico refleja una preocupación latente que no debe ser ignorada. Un 51.99% de los encuestados manifestó estar preocupado por este escenario, mientras que un 35.07% considera que no existe tal riesgo. Un 12.94% respondió que no sabe, lo cual evidencia la existencia de un nivel de incertidumbre técnica dentro de la

comunidad.

Este resultado revela un nivel significativo de desconfianza o desconocimiento respecto al funcionamiento de las plantas geotérmicas y su integración al sistema eléctrico. Aunque en preguntas anteriores una mayoría respaldó la idea de que la geotermia puede mejorar el servicio, aquí se evidencia que ese apoyo puede estar acompañado de temores sobre su impacto técnico real, especialmente si el proyecto no se comunica adecuadamente.

El hecho de que más de la mitad de los participantes exprese preocupación puede estar vinculado a la experiencia que han tenido con un sistema eléctrico históricamente inestable. Al vivir en una comunidad marcada por apagones frecuentes, bajones de voltaje y cortes prolongados, es comprensible que cualquier modificación —incluso una solución propuesta— pueda ser vista como un posible riesgo más que como una mejora garantizada.

Por su parte, el 35.07% que respondió que no le preocupa podría estar más informado sobre las características de esta tecnología, o simplemente confiar en que el proyecto será desarrollado con los estándares técnicos adecuados. Este grupo representa una base que puede reforzar la aceptación social si se fortalece con información técnica accesible.

El 12.94% que no tiene una opinión definida representa una población clave a la cual se debe dirigir una estrategia de comunicación efectiva, ya que su nivel de conocimiento aún es incipiente o nulo, pero puede moldearse mediante procesos educativos bien estructurados.

¿CREE QUE SE DEBEN IMPLEMENTAR SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y AUTOMATIZACIÓN EN ESTE TIPO DE PROYECTOS PARA EVITAR FALLAS ELÉCTRICAS?

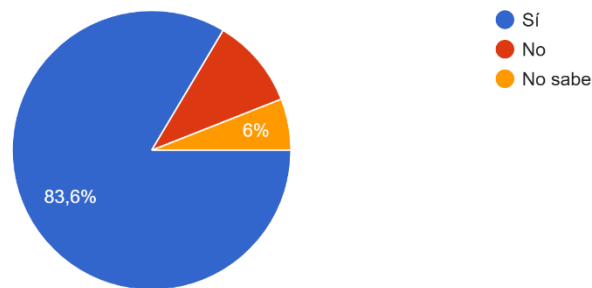


Figura 13. Percepción de la implementación de sistemas de protección

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Una abrumadora mayoría de los encuestados, el 83.58%, considera que los proyectos de energía geotérmica deben incorporar sistemas de protección y automatización para prevenir fallas eléctricas. Este alto nivel de acuerdo sugiere una clara conciencia en la población sobre la importancia de aplicar medidas técnicas avanzadas para garantizar la estabilidad y seguridad del sistema eléctrico. Solo un 10.45% respondió que no cree que estos sistemas sean necesarios, mientras que un 5.97% manifestó no tener una opinión definida al respecto.

Este resultado puede interpretarse como una manifestación de madurez y exigencia técnica por parte de la comunidad. Las constantes interrupciones del servicio eléctrico, los bajones de voltaje y los cortes prolongados, señalados en las primeras preguntas, han generado una percepción colectiva de vulnerabilidad frente a fallas. En consecuencia, la población no solo quiere soluciones nuevas como la geotermia, sino que también demanda que estas sean implementadas con altos estándares de calidad técnica.

Además, este hallazgo complementa lo expuesto en la pregunta anterior, donde más del 51% de los encuestados expresó preocupación por una posible inestabilidad provocada por el proyecto. En ese sentido, la implementación de sistemas de protección (como relés, seccionadores automáticos, controladores digitales, etc.) y automatización (SCADA, monitoreo remoto, etc.) representa una respuesta directa a esa preocupación ciudadana, y, por tanto, debe ser considerada

no como un lujo técnico, sino como una condición básica de aceptación social.

6.5.2.3. ASPECTO AMBIENTAL

¿LE PREOCUPA QUE EL PROYECTO AFECTE LA CALIDAD DEL AGUA EN SU COMUNIDAD?

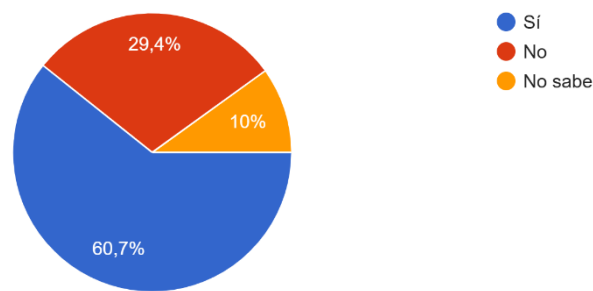


Figura 14. Percepción de la afectación de la calidad de agua

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un 60.70% de los encuestados manifestó estar preocupado por la posibilidad de que el proyecto geotérmico afecte la calidad del agua en su comunidad, mientras que un 29.35% respondió que no le preocupa, y un 9.95% indicó que no sabe. Este resultado revela que el agua es un recurso profundamente sensible para la población y que cualquier intervención relacionada con el subsuelo genera desconfianza, incluso cuando se trata de una tecnología considerada limpia y renovable como la geotermia.

Para comprender esta preocupación, es necesario revisar el contexto histórico del municipio de San Ignacio. Años atrás, la comunidad vivió una experiencia traumática con un proyecto de explotación de oro a cielo abierto, el cual causó daños severos al medio ambiente, incluyendo la contaminación de fuentes de agua, la afectación de flora y fauna y un deterioro generalizado del ecosistema local. Muchos habitantes aún recuerdan los impactos negativos de ese proyecto, el cual dejó una marca de desconfianza profunda hacia cualquier nuevo emprendimiento

vinculado al subsuelo o que implique intervención técnica sobre recursos naturales.

Este temor heredado es particularmente fuerte entre las personas que llevan varios años residiendo en el municipio, quienes vivieron de primera mano las consecuencias ambientales de aquella actividad minera. Es probable que estos mismos pobladores estén hoy entre los que respondieron afirmativamente a esta pregunta, proyectando su experiencia previa sobre el nuevo proyecto geotérmico, aunque este último sea de naturaleza distinta y cuente con mayores controles ambientales.

Por eso, la alta preocupación expresada en esta pregunta no debe interpretarse simplemente como desinformación, sino como un mecanismo de defensa comunitaria frente a potenciales amenazas. Es una señal clara de que cualquier intento de socializar el proyecto geotérmico debe abordar directamente este recuerdo colectivo.

¿HA NOTADO O TEME CAMBIOS EN LA TEMPERATURA DE RÍOS O FUENTES DE AGUA CERCANAS?

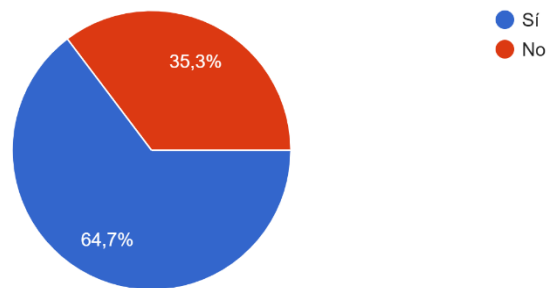


Figura 15. Percepción de cambios en ríos o fuentes cercanas

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un 64.68% de los encuestados respondió afirmativamente a la pregunta sobre si han notado o temen cambios en la temperatura de ríos o fuentes de agua cercanas, mientras que un 35.32% indicó que no. Este resultado profundiza la preocupación ambiental previamente identificada en torno a la calidad del agua, y pone en evidencia que, para una parte importante de la población, los cuerpos de agua locales no solo son recursos sensibles, sino también indicadores perceptibles de

alteración ambiental.

Este dato debe leerse también en conexión con la historia reciente del municipio, especialmente con la explotación minera de oro a cielo abierto que, como mencionamos en la interpretación anterior, dejó impactos severos en el medio ambiente local, incluyendo la contaminación y alteración de los cuerpos de agua. Para muchos habitantes que vivieron esa experiencia, las alteraciones en temperatura o flujo son signos que alertan sobre un posible deterioro ecológico.

El 35.32% que respondió negativamente podría representar sectores de la población que no han notado cambios reales, viven en zonas más alejadas de los ríos o tienen menor preocupación ambiental. Aun así, no puede ignorarse que el grupo mayoritario sí percibe o teme alteraciones, lo que configura un escenario de alta sensibilidad hídrica.

¿CREE QUE ESTE TIPO DE PROYECTO GENERARÍA VERTIDOS QUE CONTAMINEN EL AGUA?

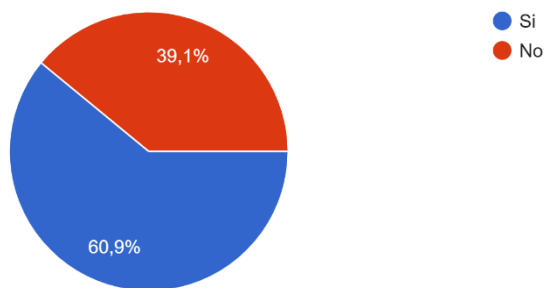


Figura 16. Percepción de contaminación de agua con la incorporación de la Geotérmica

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

La percepción ambiental de los habitantes de San Ignacio continúa siendo uno de los temas más sensibles en relación con el proyecto de energía geotérmica. Ante la posibilidad de que este tipo de iniciativas pueda generar vertidos contaminantes en cuerpos de agua, un 60.95% de los encuestados respondió afirmativamente, manifestando una preocupación clara sobre los posibles efectos nocivos del proyecto en el entorno hídrico. En cambio, un 39.05% no considera que esto

sea una amenaza real.

Este dato complementa el panorama trazado en las preguntas anteriores, particularmente en lo relativo a la calidad del agua y los cambios percibidos en su temperatura. El temor de que el desarrollo geotérmico cause vertimientos contaminantes se suma como un elemento más dentro de un marco de desconfianza ambiental acumulada, que puede tener varias fuentes: desconocimiento técnico, desinformación o experiencias negativas pasadas.

En este último punto, es clave recordar el impacto que dejó en la memoria colectiva el proyecto de explotación de oro a cielo abierto ocurrido años atrás en este mismo municipio. Aquel proyecto, ampliamente rechazado por su impacto ambiental, provocó daños visibles en la flora, la fauna y sobre todo en los recursos hídricos, contaminando fuentes de agua que eran fundamentales para la comunidad. Esa experiencia dejó una huella de desconfianza que hoy se proyecta sobre cualquier nuevo proyecto que implique intervención del subsuelo, especialmente si no se ha explicado de forma clara la diferencia entre una planta minera y una geotérmica.

¿ESTÁ DE ACUERDO CON QUE EL PROYECTO UTILICE AGUA DEL ENTORNO PARA SU FUNCIONAMIENTO?

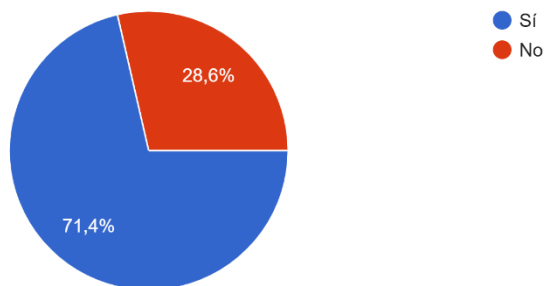


Figura 17. Utilización de agua del entorno

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

La mayoría de las personas encuestadas, un 71.39%, está de acuerdo con que el proyecto de energía geotérmica utilice agua del entorno para funcionar. Por otro lado, un 28.61% no está de acuerdo con esta idea. Aunque en preguntas anteriores muchas personas mostraron preocupación por el posible daño al agua, aquí se observa que sí hay disposición a permitir el uso del recurso,

siempre y cuando se cuide y no se contamine.

Este resultado muestra que buena parte de la población no está cerrada al desarrollo del proyecto, pero lo apoya con ciertas condiciones: que se explique claramente cómo se usará el agua, que no se desperdicie ni se ensucie, y que no afecte la cantidad o calidad del agua disponible para las personas y la naturaleza. Es una señal de que la comunidad puede estar dispuesta a colaborar, si se le incluye en las decisiones y se le informa bien.

¿CREE QUE EL PROYECTO PODRÍA CAUSAR EROSIÓN DEL SUELO EN LA ZONA?

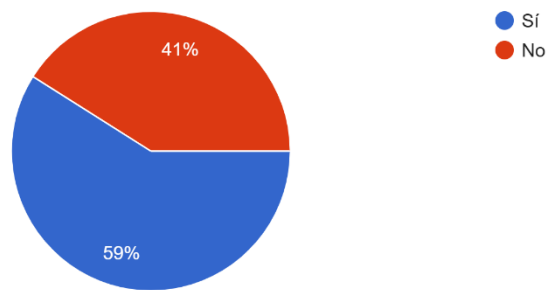


Figura 18. Percepción de causar erosión en el suelo

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un 58.96% de los encuestados cree que el proyecto de energía geotérmica podría causar erosión del suelo en la zona, mientras que un 41.04% considera que esto no sucederá. Este resultado confirma que muchas personas siguen viendo riesgos ambientales relacionados con la implementación del proyecto.

La erosión del suelo es un problema que preocupa, sobre todo en zonas donde la gente ha visto cómo ciertas actividades, como la minería o la deforestación, han provocado deslizamientos, pérdida de tierra fértil o destrucción del paisaje natural. Aunque la energía geotérmica es diferente y suele tener menor impacto, el simple hecho de hacer perforaciones, construir caminos de acceso o instalar maquinaria, puede generar preocupación.

Es importante mencionar que este tipo de temor puede ser más fuerte en quienes ya han vivido experiencias negativas en el pasado, como con el proyecto de explotación de oro a cielo abierto que dañó el entorno natural de San Ignacio. Esa experiencia dejó una desconfianza que

sigue presente y hace que la gente esté más alerta a cualquier posible daño a su territorio.

¿CREE QUE ESTE TIPO DE PROYECTO PUEDE CONTAMINAR EL TERRENO POR EL USO PRODUCTOS QUÍMICOS?

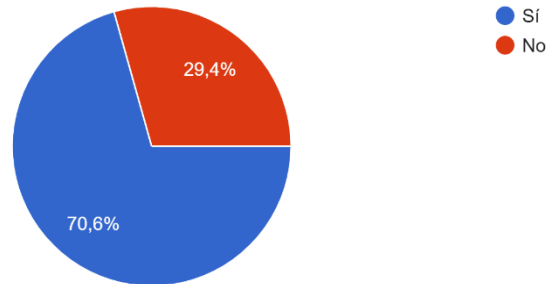


Figura 19. Percepción de contaminación del terreno por uso de químicos

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Una gran mayoría de los encuestados, el 70.65%, cree que el proyecto de energía geotérmica podría contaminar el terreno debido al uso de productos químicos, mientras que el 29.35% no considera que eso pueda ocurrir. Este resultado confirma que muchas personas relacionan la idea de perforar el suelo con el uso de sustancias tóxicas, lo que genera desconfianza y preocupación.

Es posible que esta percepción esté influenciada por el recuerdo de otros proyectos en la zona, especialmente el caso de la mina de oro a cielo abierto, donde se utilizaron químicos que dañaron el suelo, el agua y la vegetación. Esa experiencia marcó a la comunidad, y hoy en día, cualquier actividad que implique maquinaria o procesos industriales es vista con cautela, por miedo a repetir los errores del pasado.

Aunque la energía geotérmica no requiere de productos químicos agresivos en su operación estándar ya que su principio básico es el uso del calor del subsuelo, muchas personas no tienen claro cómo funciona esta tecnología, y por eso la asocian con contaminación, igual que ocurre con la minería o la industria petrolera. Este desconocimiento genera un nivel de alerta en la población, que puede convertirse en rechazo si no se brinda información clara y confiable.

Por otro lado, el 29.35% que no cree que el terreno se contamine probablemente tiene más

confianza en el manejo técnico del proyecto o ha recibido información que le da tranquilidad.

Estos resultados muestran que es urgente explicar de forma sencilla y transparente cómo opera una planta geotérmica, qué materiales se utilizan, si hay químicos involucrados y qué medidas se toman para evitar cualquier tipo de contaminación del suelo. También es útil mostrar ejemplos reales de otros lugares donde este tipo de energía ha funcionado sin afectar el ambiente.

¿CREE QUE SE VERÁ AFECTADA LA VEGETACIÓN LOCAL SI SE DESARROLLA ESTE PROYECTO?

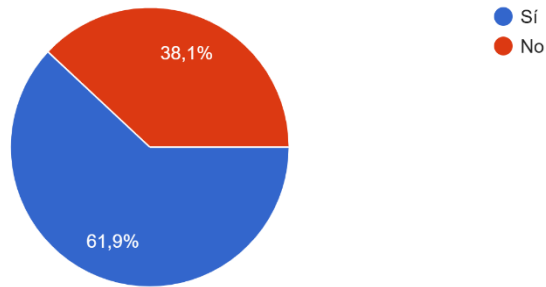


Figura 20. Percepción de afectación de la vegetación

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un 61.94% de las personas encuestadas considera que el desarrollo del proyecto geotérmico podría afectar la vegetación local, mientras que un 38.06% cree que no habrá daño ambiental en ese sentido. Este resultado refuerza la percepción que ya se ha venido identificando en preguntas anteriores: la comunidad de San Ignacio tiene una fuerte preocupación ambiental, especialmente relacionada con los posibles efectos sobre el suelo, el agua y ahora también sobre la naturaleza vegetal que los rodea.

Esta inquietud puede estar relacionada nuevamente con experiencias pasadas vividas por la población, como el proyecto de extracción de oro que, según relatos locales, provocó pérdida de vegetación, alteración del paisaje y daños al ecosistema en general. Estas experiencias previas han dejado una memoria colectiva marcada por el miedo a que la intervención humana traiga más daño que beneficio, incluso si se trata de proyectos con tecnología moderna y menos invasiva.

¿CREE QUE PODRÍAN FORMARSE FISURAS O GRIETAS EN EL TERRENO SI SE DESARROLLA ESTE PROYECTO?

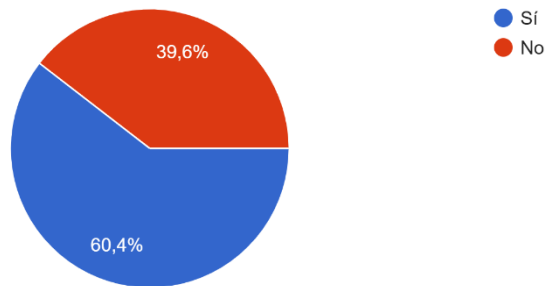


Figura 21. Percepción de creación de fisuras y grietas

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 60.45% de los encuestados cree que el proyecto geotérmico podría provocar la formación de fisuras o grietas en el terreno, mientras que un 39.55% considera que eso no ocurrirá. Este resultado muestra que hay una preocupación real sobre los posibles efectos físicos que tendría el proyecto sobre el suelo, más allá de la contaminación o la erosión.

La idea de que se puedan formar grietas refleja un temor generalizado sobre la seguridad estructural del terreno, que puede estar influenciado tanto por el desconocimiento sobre cómo funciona la energía geotérmica como por antecedentes locales de afectaciones al suelo. Al igual que en preguntas anteriores, es probable que este miedo esté relacionado con el recuerdo del proyecto minero que operó años atrás en San Ignacio y que provocó daños visibles al paisaje y al suelo, afectando la confianza de la población en cualquier proyecto que implique perforaciones profundas.

¿CONOCE QUE ESTOS PROYECTOS PUEDEN EMITIR GASES COMO DIÓXIDO DE CARBONO O SULFURO DE HIDRÓGENO?

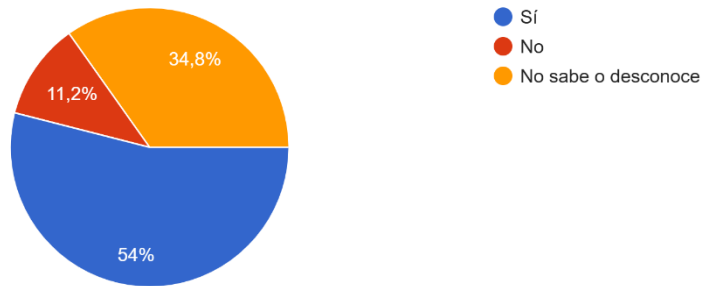


Figura 22. Percepción de emisión de gases

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Más de la mitad de las personas encuestadas (53.98%) dijeron que sí conocen que este tipo de proyectos puede emitir gases como dióxido de carbono o sulfuro de hidrógeno. Un grupo importante (34.83%) respondió que no sabe o no está seguro, y el resto (11.19%) dijo que no cree que se emitan este tipo de gases.

Esto significa que, aunque muchos ya han escuchado del tema, todavía hay una gran parte de la población que no tiene claro si estos proyectos pueden liberar gases o no. Esto puede influir en cómo opinan o reaccionan frente al proyecto.

¿LE PREOCUPA QUE EL PROYECTO EMITA OLORES DESAGRADABLES EN LA COMUNIDAD?

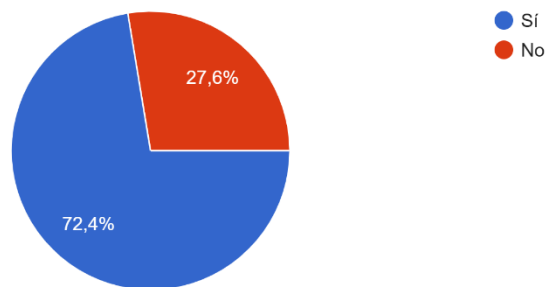


Figura 23. Percepción de emisión de olores desagradables

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Una gran mayoría de los encuestados, el 72.39%, expresó que sí le preocupa que el proyecto de energía geotérmica pueda generar olores desagradables en la comunidad. Solo un 27.61% dijo que no le preocupa este tema. Este resultado confirma que, además de los impactos visibles o ambientales más conocidos, también existen temores relacionados con la calidad de vida diaria.

El olor es un aspecto muy sensible para la población, ya que afecta directamente su entorno inmediato y puede generar molestias constantes si no se controla. En algunos proyectos industriales, las emisiones de gases como el sulfuro de hidrógeno, que tiene un olor parecido al huevo podrido, han sido fuente de reclamos comunitarios. Aunque en una planta geotérmica bien manejada estos gases son controlados y no deberían representar un problema, la percepción de que podrían existir olores molestos persiste en la comunidad.

Este temor se suma a otros ya identificados en las preguntas anteriores, como la contaminación del agua, el daño al suelo y los efectos sobre la vegetación. Todos estos elementos reflejan una preocupación general por las consecuencias que el proyecto pueda tener sobre el bienestar del municipio, no solo a nivel ambiental, sino también en la vida cotidiana.

El hecho de que más del 70% de la población mencione este tema como una preocupación, sugiere que cualquier actividad futura relacionada con el proyecto debe incluir controles estrictos y mecanismos de respuesta rápida si llegaran a presentarse olores, por mínimos que sean. Además, es importante que se informe a la población sobre qué tipos de gases podrían generarse, en qué cantidades y cómo se gestionan para evitar molestias.

¿LE PREOCUPA QUE SE GENEREN RUIDOS O VIBRACIONES POR LA PLANTA MIENTRAS SE CONSTRUYE Y MIENTRAS OPERA?

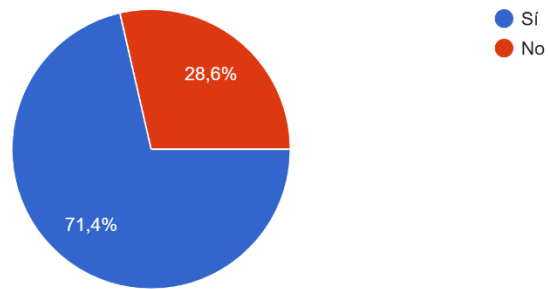


Figura 24. Percepción de emisión de ruidos y vibraciones

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 71.39% de las personas encuestadas dijo que sí le preocupa que el proyecto de energía geotérmica cause ruidos o vibraciones mientras se construye o ya cuando esté funcionando. El otro 28.61% respondió que no le preocupa este tema.

Esto significa que la mayoría de la gente teme que el proyecto afecte la tranquilidad del lugar, ya sea por ruidos fuertes, maquinaria en funcionamiento o por movimientos que puedan sentirse en las casas. Estas preocupaciones son normales, sobre todo en comunidades que están acostumbradas a un ambiente más tranquilo.

También es posible que esta preocupación venga de malas experiencias anteriores, donde otros proyectos hicieron mucho ruido o causaron molestias sin avisar ni explicar nada. Por eso, las personas ahora están más atentas y quieren asegurarse de que esto no vuelva a pasar.

Aunque casi un tercio de los encuestados no ve problema con esto, está claro que la mayoría sí quiere saber qué esperar. Por eso, es importante que se les diga con tiempo cuándo habrá ruido, cuánto durará, y qué se hará para evitar molestias. También sería bueno que las personas tengan a quién acudir si sienten que los ruidos o vibraciones les están afectando.

¿CONSIDERA QUE ESTE PROYECTO PODRÍA ALTERAR EL CLIMA LOCAL (AUMENTO DE CALOR EN LA ZONA)?

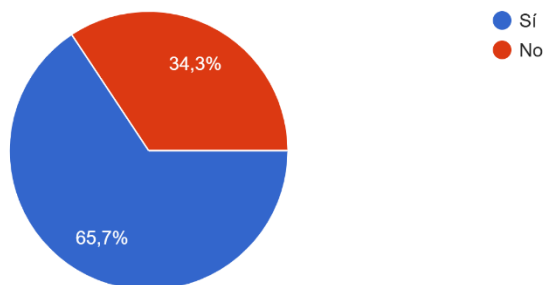


Figura 25. Percepción del aumento de calor

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un 65.67% de los encuestados cree que el proyecto podría cambiar el clima del lugar, haciendo que aumente el calor. Por otro lado, un 34.33% no cree que esto ocurra.

Este resultado muestra que muchas personas piensan que la energía geotérmica puede afectar el ambiente, al punto de cambiar el clima. Esto puede deberse a que el proyecto usa el calor del subsuelo, lo cual hace que algunas personas asocien directamente ese calor con una posible elevación de la temperatura en la zona.

También influye el hecho de que no todos conocen bien cómo funciona esta tecnología, y eso deja espacio a confusiones o temores. Algunas personas pueden imaginar que la planta libera calor al ambiente o que hace que el lugar se vuelva más seco o caliente, como sucede en zonas con muchas construcciones o industrias.

En cambio, el grupo que no cree que haya cambios en el clima posiblemente ha recibido más información, o simplemente no ve cómo este tipo de proyecto podría generar ese efecto.

Lo que queda claro es que hay muchas dudas sobre el impacto del proyecto en el clima local, y esas dudas deben ser atendidas. La mejor forma de hacerlo es explicando de forma sencilla cómo funciona la planta, si realmente puede liberar calor, y qué medidas se tomarán para evitar cualquier cambio en el entorno.

6.5.2.3. ASPECTO SOCIECONOMICO

¿CREE QUE EL PROYECTO GENERARÁ EMPLEOS DIRECTOS E INDIRECTOS EN SAN IGNACIO?

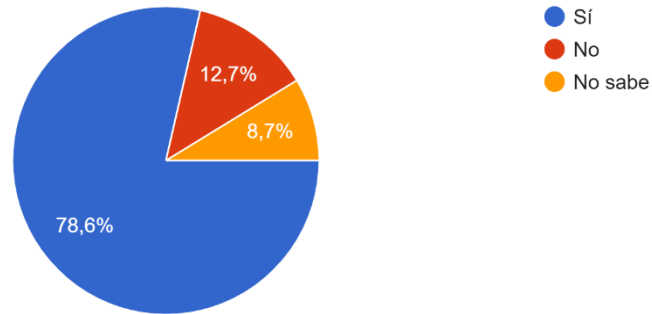


Figura 26. Percepción de generación de empleo

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 78.61% de los encuestados cree que el proyecto geotérmico podría generar empleos directos e indirectos en San Ignacio, lo que muestra una percepción muy positiva sobre el posible impacto económico del proyecto. Un 12.69% piensa que no generará empleos, y un 8.71% dijo que no sabe.

Este resultado indica que casi 8 de cada 10 personas tienen la esperanza de que el proyecto beneficie al municipio en términos laborales, ya sea ofreciendo trabajo durante la construcción, en la operación de la planta o a través de servicios indirectos como transporte, alimentación o mantenimiento. Es una señal clara de que la comunidad ve en este proyecto una oportunidad de mejorar su economía local, lo cual podría influir positivamente en su aceptación.

El grupo que no cree que se generen empleos es pequeño, pero puede estar compuesto por personas que no confían en que se priorice la contratación local, o que han visto otros proyectos donde la mayoría de los empleos fueron para personas de fuera. También podrían pensar que se generarán pocos puestos de trabajo o que serán temporales.

Por su parte, el grupo que no sabe refleja que aún hay personas sin información clara sobre los beneficios económicos del proyecto, lo cual es una oportunidad para explicar mejor cómo

funcionaría el proceso de contratación y a qué perfiles beneficiaría.

¿QUÉ TIPO DE EMPLEO ESPERA QUE SE GENERE PRINCIPALMENTE?

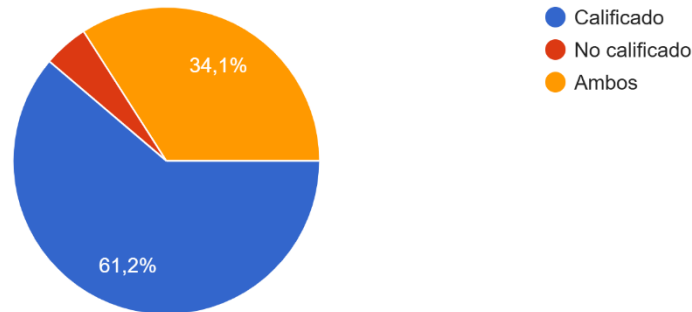


Figura 27. Percepción del tipo de empleo generado

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un 61.19% de las personas encuestadas espera que el proyecto genere principalmente empleos calificados, es decir, trabajos que requieren conocimientos técnicos o formación previa. Un 34.08% considera que deberían generarse ambos tipos de empleo, tanto calificados como no calificados. Solo un 4.73% espera que se creen empleos no calificados, que son los que no requieren formación especializada.

Este resultado muestra que la mayoría de la población tiene una expectativa alta sobre la calidad del empleo que se podría generar con el proyecto. Esto puede interpretarse como una señal de que las personas valoran el conocimiento técnico y ven el proyecto como algo serio, que podría traer trabajos bien remunerados y estables.

El hecho de que más de un tercio de la población desee que se generen tanto empleos calificados como no calificados también indica que hay una necesidad de oportunidades laborales para diferentes perfiles. Muchas personas pueden estar pensando no solo en técnicos o ingenieros, sino también en personal de apoyo, seguridad, limpieza, transporte, alimentación y otros servicios que podrían ofrecerse localmente.

El grupo pequeño que espera solo empleos no calificados puede reflejar la realidad de

algunos habitantes que no cuentan con formación técnica, pero que aún así desean participar del proyecto de alguna manera.

¿CREE QUE LOS EMPLEOS DEBEN OFRECER CONTRATOS DURADEROS?



Figura 28. Percepción del tipo de contrato

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Una abrumadora mayoría de los encuestados, el 94,28%, considera que los empleos que se generen con el proyecto deben ofrecer contratos duraderos. Solo un 5,22% respondió que no, y un 0,50% escribió comentarios abiertos sin marcar directamente una opción clara.

Este resultado deja muy clara una cosa: la gente no quiere trabajos temporales o inestables. Lo que esperan es que los puestos que se generen por el proyecto tengan continuidad y den seguridad laboral, no solo ingresos momentáneos. Esta opinión tiene mucho sentido, ya que la población busca que el desarrollo local esté acompañado de beneficios reales y sostenibles en el tiempo.

Además, en muchas ocasiones las personas han sido contratadas por pocos días o semanas para proyectos que llegan al municipio, lo que deja un sentimiento de aprovechamiento sin compromiso real con la comunidad. Por eso ahora la gente pone énfasis en que, si se va a generar empleo, sea digno, justo y con garantías.

¿CONSIDERA IMPORTANTE QUE SE CONTRATE PERSONAL DEL MUNICIPIO PRIORITARIAMENTE?

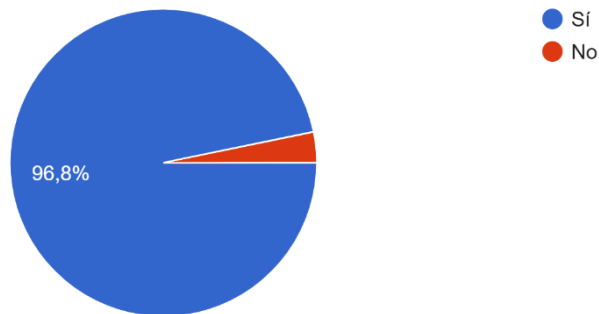


Figura 29. Importancia de prioridad de contratación

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un abrumador 96.77% de las personas encuestadas está de acuerdo en que debe darse prioridad a los habitantes del municipio cuando se contrate personal para el proyecto. Solo un 3.23% considera que no es necesario que esta contratación sea prioritaria.

Este resultado deja muy claro que la población espera que el proyecto beneficie directamente a la gente local, no solo en teoría, sino en la práctica. Las personas quieren que, si hay trabajos disponibles, se den primero a quienes viven en San Ignacio, antes que traer personas de fuera. Este sentir es común en zonas donde, en el pasado, se han desarrollado proyectos sin que eso se traduzca en empleo real para la comunidad.

La contratación de mano de obra local no solo es vista como una forma de generar ingresos, sino también como un acto de justicia y respeto hacia la población que verá transformado su entorno por la obra. La gente siente que, si van a convivir con los impactos del proyecto, al menos deben recibir beneficios tangibles, y el trabajo es uno de los más importantes.

Además, esta expectativa va de la mano con lo que se ha venido mencionando en preguntas anteriores sobre la necesidad de empleos duraderos y bien remunerados. No basta con emplear a unos pocos durante unos días. La comunidad quiere que se valore su esfuerzo, experiencia y disposición a colaborar.

¿CREE QUE EL PROYECTO AUMENTARÁ LOS INGRESOS GENERALES DE LA COMUNIDAD?

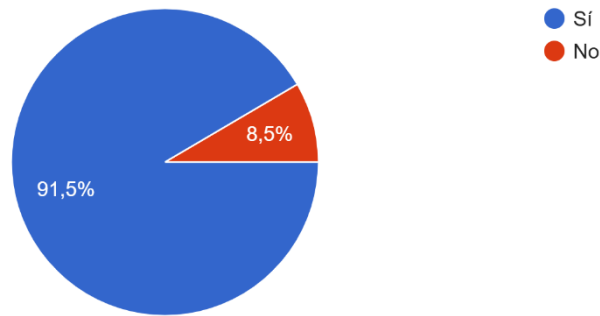


Figura 30. Percepción de aumento de ingresos generales

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 91.54% de las personas encuestadas cree que el proyecto geotérmico ayudará a aumentar los ingresos en la comunidad. Solo un 8.46% piensa que no traerá ese beneficio.

Esta percepción refleja una gran expectativa económica por parte de la población. La gente cree que, más allá de los empleos directos, el proyecto traerá movimiento económico general: más ventas en comercios locales, contratación de servicios, oportunidades para emprendedores, y en general, una mejor circulación del dinero en el municipio.

Este tipo de visión positiva también se ha mostrado en preguntas anteriores, como cuando se habló de la generación de empleo y la contratación local. Las personas no solo quieren trabajar, sino que también esperan que el proyecto traiga un impulso para todos, incluso para quienes no sean contratados directamente.

Por otro lado, el pequeño grupo que no ve este beneficio puede tener dudas sobre si el dinero se quedará realmente en la comunidad o si solo beneficiará a unos pocos. Este es un punto importante para considerar, porque si no se gestionan bien los recursos y las oportunidades, ese sentimiento podría crecer con el tiempo.

¿PIENSA QUE EL DESARROLLO DE ESTE PROYECTO PUEDE PERMITIR DESARROLLAR NUEVOS NEGOCIOS, ATRAER INVERSIÓN AL MUNICIPIO?

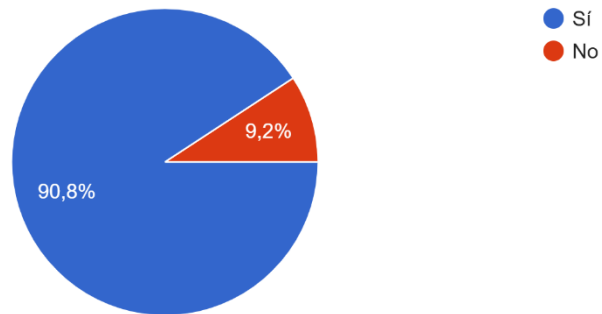


Figura 31. Percepción de atracción de la inversión

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un 90.8% de las personas encuestadas considera que el desarrollo del proyecto geotérmico podría ayudar a crear nuevos negocios y atraer inversión al municipio. Solo un 9.2% piensa que esto no ocurrirá.

Este resultado reafirma la visión positiva que tiene la comunidad sobre el impacto económico que el proyecto puede generar. No se trata solamente de empleos directos, sino también de oportunidades más amplias como la apertura de tiendas, servicios de transporte, alimentación, hospedaje, talleres y otros negocios que podrían nacer o fortalecerse gracias al movimiento económico que traería el proyecto.

¿PIENSA QUE ESTE TIPO DE PROYECTOS PUEDE DIVERSIFICAR LA ECONOMÍA LOCAL?

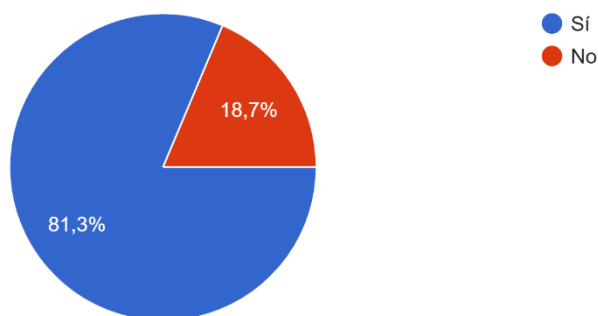


Figura 32. Percepción de la diversificación de la economía local

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un 81.34% de las personas encuestadas piensa que este tipo de proyectos puede ayudar a que en San Ignacio haya más formas de ganarse la vida, es decir, que no todo dependa solo del trabajo en el campo, el comercio o empleos tradicionales. En cambio, un 18.66% cree que el proyecto no va a cambiar mucho la economía del lugar.

Este resultado nos dice que la mayoría de la gente ve en el proyecto una oportunidad para que lleguen nuevas actividades económicas al municipio. La comunidad cree que con un proyecto de este tipo se pueden abrir más negocios, crear servicios, dar empleo a más personas, y en general, mover más el dinero dentro del pueblo.

La idea de “diversificar la economía” puede sonar complicada, pero en palabras simples significa que las personas quieren tener más opciones para trabajar o emprender, y no depender siempre de lo mismo. Si llega un proyecto nuevo, la gente espera que traiga nuevas oportunidades.

¿HA RECIBIDO INFORMACIÓN DIRECTA U OFICIAL SOBRE ESTE PROYECTO?

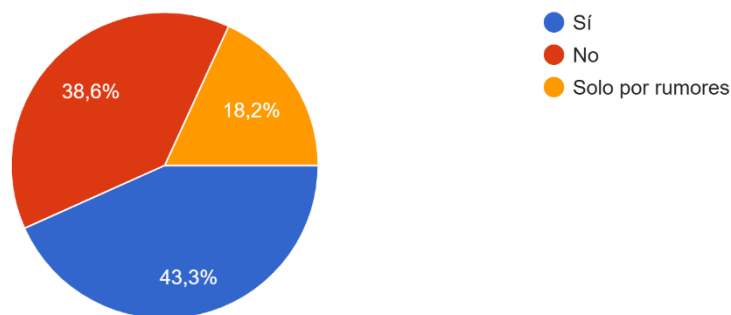


Figura 33. Conocimiento acerca del proyecto

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un 43.28% de las personas encuestadas dijo que sí ha recibido información directa u oficial sobre el proyecto geotérmico. En cambio, un 38.56% señaló que no ha recibido información, y un 18.16% indicó que solo ha escuchado rumores.

Este resultado refleja que, aunque una parte importante de la población está informada, más de la mitad aún no ha recibido una comunicación clara y actualizada sobre el proyecto. Esto deja ver una necesidad urgente de reforzar la forma en que se comparte la información con la comunidad.

Es importante mencionar que este proyecto ya había sido presentado anteriormente, alrededor del año 2014, cuando se intentó socializarlo con los habitantes del municipio. Aunque en ese momento no se ejecutó, muchas personas todavía recuerdan ese proceso. Esto explica por qué algunos afirman conocer el proyecto, aunque esa información puede estar desactualizada o incompleta.

La falta de información reciente ha llevado a que muchos solo escuchen rumores o versiones sin confirmar. Esto puede generar dudas, temor o ideas equivocadas, especialmente si no hay espacios formales donde la población pueda aclarar sus preguntas o expresar sus inquietudes.

¿LE GUSTARÍA QUE SE REALIZARA UNA CONSULTA PÚBLICA ANTES DE INICIAR EL PROYECTO?

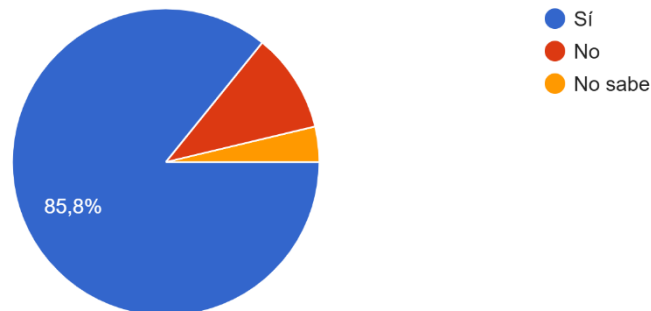


Figura 34. Disposición de participación en consultas publicas

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Una gran mayoría de personas, el 85.82%, respondió que sí le gustaría que se realice una consulta pública antes de que inicie el proyecto geotérmico. Un 10.45% dijo que no, y un 3.73% no está seguro.

Esto muestra que la comunidad quiere ser escuchada y tomada en cuenta antes de que se tome cualquier decisión definitiva. La gente no solo quiere recibir información, sino que también desea opinar, participar y expresar si está de acuerdo o no con lo que se quiere hacer en su territorio.

La consulta pública representa una forma justa y respetuosa de incluir a la población en temas que van a afectar su vida cotidiana. Por eso, este resultado no sorprende, sobre todo si recordamos que, en el pasado, allá por el año 2014, ya se había intentado socializar este proyecto, pero finalmente no se ejecutó. Esa experiencia quedó marcada en la memoria de muchas personas, y ahora quieren asegurarse de que esta vez su voz sí sea escuchada y tomada en cuenta desde el principio.

El grupo que no quiere consulta es minoritario y podría deberse a distintas razones: desinterés, desconfianza en los procesos públicos o la creencia de que las decisiones ya están tomadas. A su vez, el pequeño porcentaje que no sabe refleja que aún hay personas con dudas o falta de información sobre lo que significa una consulta pública.

¿CONFÍA EN QUE LAS AUTORIDADES SUPERVISARÁN ADECUADAMENTE ESTE TIPO DE PROYECTOS?

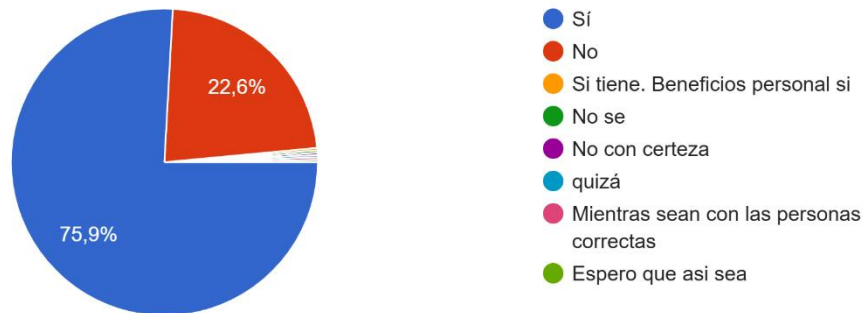


Figura 35. Percepción de confianza en las autoridades

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 75.87% de las personas encuestadas dijo que sí confía en que las autoridades van a vigilar bien este proyecto. En cambio, un 22.64% no tiene esa confianza, y un pequeño grupo (1.49%) dio respuestas más abiertas como “quizá”, “no con certeza” o “espero que así sea”.

Esto nos muestra que la mayoría cree que las autoridades harán su trabajo, que estarán pendientes y cuidarán que todo se haga bien. Sin embargo, casi 1 de cada 4 personas no lo cree así, y eso es importante tomarlo en cuenta. Es posible que algunos hayan visto en el pasado proyectos donde nadie revisó nada, o donde hubo problemas que no se resolvieron, y por eso ahora tienen sus dudas.

También hay personas que quieren confiar, pero no están seguras, y eso se nota en comentarios como “depende quién esté a cargo” o “espero que lo hagan bien”. Esto significa que la confianza existe, pero no es total, y que se necesita demostrar con hechos que esta vez todo será diferente.

¿ESPERA QUE EL PROYECTO INCLUYA PROGRAMAS SOCIALES (EDUCACIÓN, SALUD, APOYO A GRUPOS VULNERABLES)?

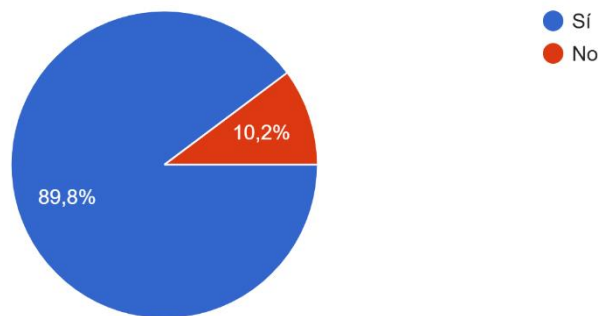


Figura 36. Percepción de apoyo a obras sociales

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un 89.8% de las personas encuestadas respondió que sí espera que el proyecto traiga beneficios sociales, como apoyo en temas de educación, salud o ayuda a personas en situación de vulnerabilidad. Solo un 10.2% dijo que no espera eso.

Este resultado muestra que la mayoría de la comunidad no solo ve el proyecto como una obra energética, sino como una posibilidad de mejorar la calidad de vida en otras áreas importantes. La gente quiere que, si se va a desarrollar un proyecto en su municipio, también deje algo positivo en temas sociales.

Esperan que el proyecto no se limite solo a generar electricidad o empleos, sino que también invierta en escuelas, centros de salud, programas para jóvenes, adultos mayores o personas en situación difícil. Esto demuestra que la comunidad busca un desarrollo más completo, donde todos se vean beneficiados.

El grupo que no espera programas sociales puede estar influenciado por experiencias pasadas en las que otros proyectos no aportaron nada más allá de su construcción, o tal vez porque creen que eso no es responsabilidad directa del proyecto.

¿CREE QUE ESTE PROYECTO TRAERÁ BENEFICIOS REALES A SU COMUNIDAD?

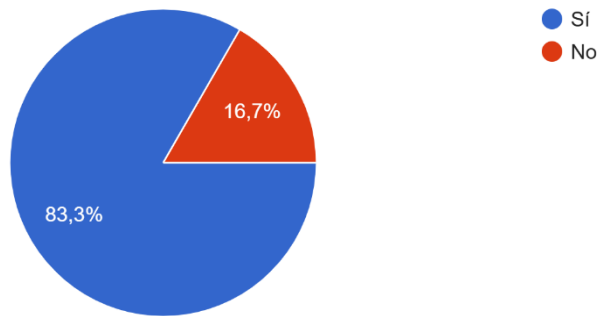


Figura 37. Percepción de beneficios reales

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 83.33% de las personas encuestadas cree que el proyecto geotérmico sí traerá beneficios reales a la comunidad. Por otro lado, un 16.67% piensa que no será así.

Este resultado nos dice que la gran mayoría de la gente tiene esperanza en el proyecto, y cree que puede generar mejoras visibles en su vida diaria. Esos beneficios pueden estar relacionados con empleos, mejoras en el servicio eléctrico, más movimiento económico o incluso programas sociales, como vimos en preguntas anteriores.

Sin embargo, también hay un grupo que no cree que esos beneficios se hagan realidad. Esto puede ser por desconfianza, por experiencias negativas del pasado, o porque piensan que los beneficios solo serán para unos pocos.

Este grupo crítico es importante, porque refleja una preocupación legítima que no debe ignorarse. Muchas veces la gente ha visto proyectos que prometen mucho y luego no cumplen, o que se hacen sin tomar en cuenta a la comunidad.

¿CREE QUE HABRÁ MEJORAS EN CARRETERAS, ESCUELAS O EDIFICIOS PÚBLICOS DEBIDO AL PROYECTO?

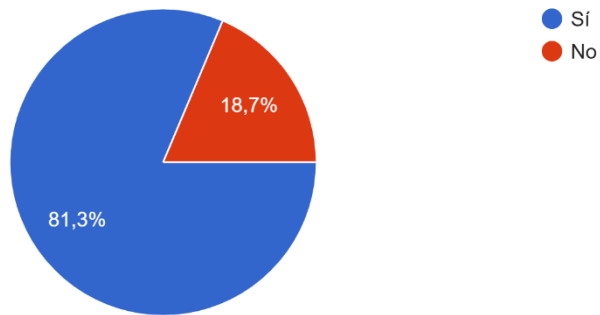


Figura 38. Percepción de mejoras en carreteras, escuelas o edificios públicos

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 81.34% de las personas encuestadas cree que el proyecto geotérmico podría ayudar a mejorar cosas importantes en su comunidad, como las carreteras, escuelas o edificios públicos. Por otro lado, un 18.66% no espera que eso ocurra.

Este resultado refleja que muchas personas tienen la esperanza de que el proyecto no solo beneficie con energía o empleo, sino también que ayude a mejorar la infraestructura local. La comunidad espera que, con la llegada de esta inversión, se reparen caminos, se mejoren las escuelas, se arreglen edificios públicos y, en general, se invierta en el bienestar del pueblo.

Además, este tipo de mejoras se puede entender como una forma de agradecimiento por parte de la empresa hacia el municipio, ya que se estará aprovechando un recurso natural que pertenece al territorio local. Es decir, si el municipio permite que se genere energía y riqueza con su suelo, lo justo es que también reciba algo a cambio, y no solo se quede viendo pasar los beneficios.

Este agradecimiento no se trata solo de palabras, sino de acciones concretas que mejoren la vida de las personas, como arreglar una carretera, construir una escuela o apoyar un centro de salud. Si la empresa lo hace, la comunidad lo verá como una muestra de respeto y compromiso real.

Por su parte, quienes no creen que haya mejoras pueden estar pensando que el proyecto

solo se enfocará en lo suyo y no tendrá interés en ayudar al pueblo, como ha ocurrido con otros proyectos en el pasado. Esto demuestra que aún hay dudas y desconfianza que se pueden superar con hechos y buena comunicación.

¿CREE QUE DEBE INCLUIRSE APOYO A LA CULTURA O EDUCACIÓN LOCAL COMO PARTE DEL BENEFICIO DEL PROYECTO?

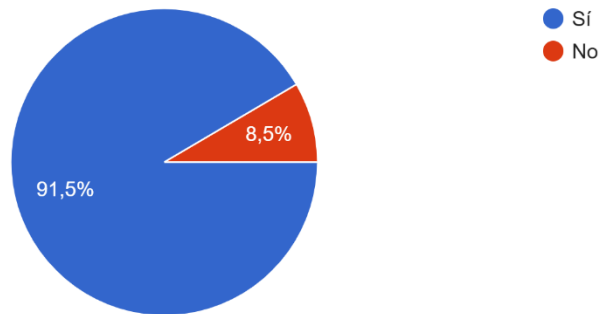


Figura 39. Percepción de apoyo a la cultura y educación local

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un 91.54% de las personas encuestadas está de acuerdo en que el proyecto debería apoyar la cultura y la educación local como parte de los beneficios que deja en la comunidad. Solo un 8.46% opinó que no es necesario.

Este resultado muestra con claridad que la gran mayoría de la población no quiere solo obras o empleos, sino que también espera un impulso en temas que son clave para el futuro del municipio, como lo son la educación y la cultura.

Apoyar estas áreas no solo es un beneficio para el presente, sino también una inversión a largo plazo para las nuevas generaciones. Las personas valoran que el proyecto ayude a mejorar escuelas, brinde becas, talleres, actividades culturales o rescate tradiciones que forman parte de la identidad del municipio.

Este tipo de acciones también puede verse como una forma de devolver algo valioso a la comunidad, más allá del dinero. Es decir, si la empresa usará un recurso natural local para generar energía, la población espera que una parte de ese beneficio se invierta en formar a su gente y en

cuidar sus costumbres.

4.3 ANÁLISIS INFERENCIAL Y MODELOS APLICADOS

Para esta investigación se aplicó un enfoque de análisis estadístico descriptivo, ya que este método permite organizar, resumir y presentar los datos de forma clara y comprensible. A través de este tipo de análisis, se logró obtener una visión general de las respuestas obtenidas en la encuesta, lo que facilitó la interpretación de las percepciones, preocupaciones y expectativas de la población del municipio de San Ignacio frente al proyecto geotérmico propuesto.

El análisis se centró en describir las frecuencias y porcentajes de cada respuesta, utilizando herramientas como tablas, gráficos y medidas numéricas simples, sin necesidad de aplicar modelos matemáticos complejos. Esto permitió detectar patrones de opinión y posibles tendencias en los distintos temas abordados: impacto técnico, ambiental y socioeconómico.

Las preguntas de la encuesta fueron tanto cualitativas como cuantitativas. Para procesarlas, se utilizaron medidas básicas como el cálculo de frecuencias absolutas y relativas, así como la visualización por medio de gráficos de barras y diagramas circulares. Además, para explorar relaciones entre variables (como edad, nivel educativo o percepción del impacto ambiental), se realizaron cruces de variables apoyados con el software estadístico Minitab, lo cual facilitó una mejor interpretación de los datos en función de las características de la población.

En total, se procesaron 402 encuestas válidas, superando el tamaño mínimo de muestra estimado, lo que otorga mayor confiabilidad a los resultados. Este análisis estadístico cumple un papel fundamental al convertir los datos recolectados en información útil, que alimenta el análisis investigativo en los aspectos técnico, ambiental y socioeconómico del estudio.

4.4 ANÁLISIS INVESTIGATIVO

4.4.1 ASPECTO TECNICO

Como parte de la evaluación técnica del proyecto de generación geotérmica en el municipio de San Ignacio, se realizó una simulación que consideró la incorporación de 20 MW de potencia eléctrica al sistema, distribuidos estratégicamente en dos puntos: 10 MW inyectados directamente en la barra de la subestación Guaimaca y los otros 10 MW en el kilómetro 70 del alimentador GMC-L378, en las proximidades de la comunidad. Esta decisión respondió a la necesidad de mitigar desbalances, caídas de voltaje y pérdidas previamente identificadas en el análisis del caso base.

Para responder a este análisis y observar de forma clara el análisis técnico, se harán simulaciones de 2 escenarios diferentes, viendo el antes y el después de la incorporación de generación.



Figura 40. Mapa demostrativo de punto de generación, punto de conexión distribuida y punto de subestación.

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

4.4.1.1 ESCENARIO ANTES DE LA INCORPORACION DE GENERACION

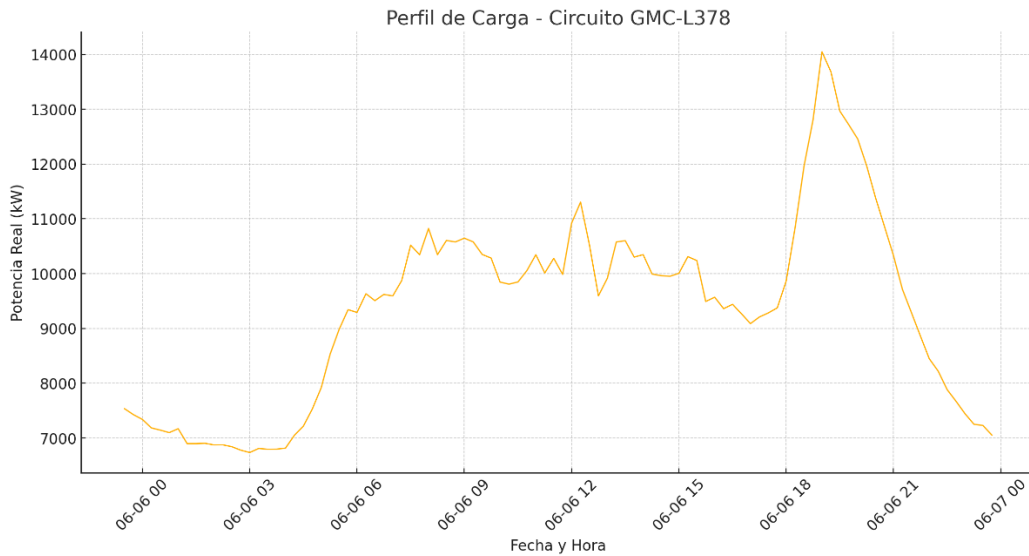


Figura 41. Perfil de carga en la barra de distribución subestación Guaimaca

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

ANTES DE GENERACION										
NOMBRE	Pinsum/MW	Qinsum/Mvar	Sinsum/MVA	LossP/MW	CARGABILIDAD EN LAS FASES					
Feeder GMC 32L78	14.04756	2.73594	14.31151	1.95657						
NOMBRE	loading/%	Cload/Mvar	curnom/kA	I:1/kA	I:/kA	I:/kA	loadingPhA%	loadingPhB%	loadingPhC%	
LNMT1056775	58.95375	0.00034	0.458	0.23894	0.16649	0.27	52.17069	36.35338	58.95378	

Figura 42. Mediciones en la barra de distribución subestación Guaimaca

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

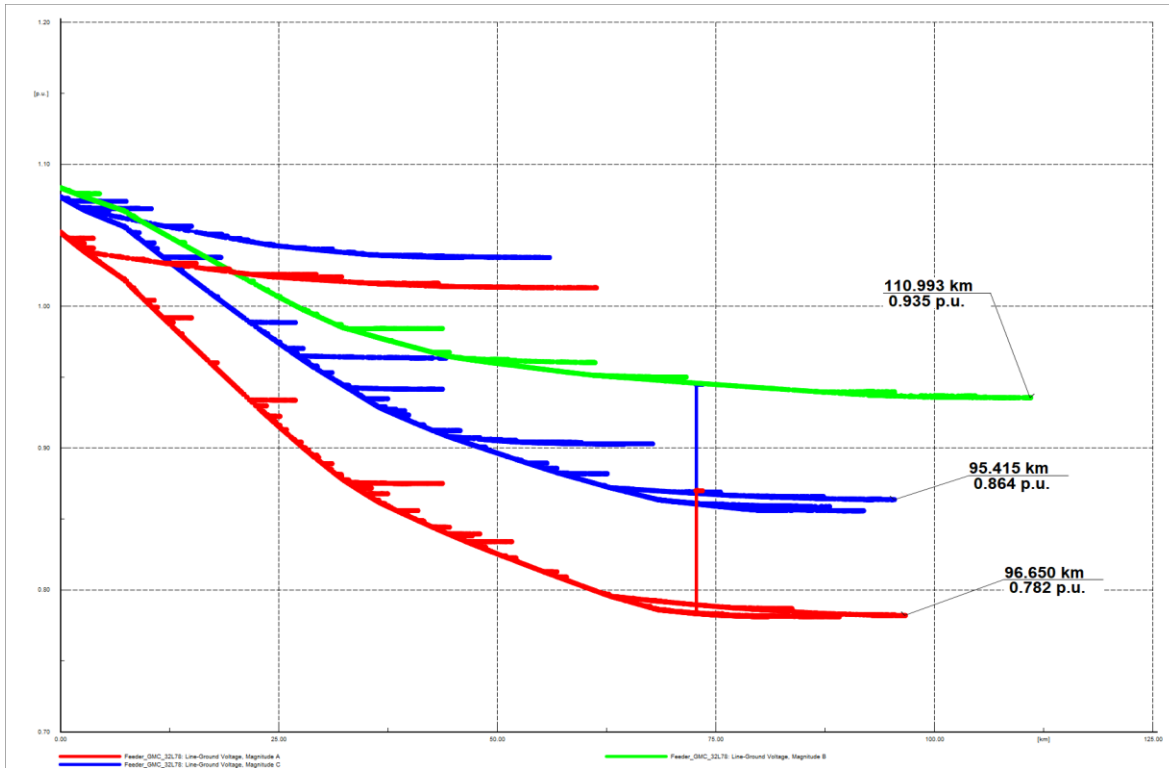


Figura 43. Perfil de voltaje en función de la distancia recorrida de las fases del circuito

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El análisis combinado de los datos provenientes del circuito GMC-378 que se reflejan en las figuras 42, 43 y 44 (**perfil de carga en la barra de la subestación Guaimaca, Parámetros actuales en la barra y perfil del voltaje en función de la distancia recorrida del circuito**), permite construir un diagnóstico técnico más completo del sistema eléctrico que alimenta el municipio de San Ignacio, especialmente en el contexto antes de la incorporación de 20 MW de generación geotérmica.

En la figura 42 (**Perfil de carga en la barra de distribución subestación Guaimaca**) se muestra un perfil de carga técnicamente estable. Las potencias se mantienen dentro de un rango razonable, sin sobrecargas, ni picos atípicos. Los niveles de voltaje en la barra se mantienen dentro de lo normal y sin señales de desbalance notorio entre fases. Este comportamiento refleja condiciones óptimas a nivel de subestación, lo cual en principio podría interpretarse como un entorno favorable para conectar nueva generación. No obstante, esta visión resulta limitada si no se considera lo que ocurre aguas abajo del sistema, más cerca del punto donde se prevé la conexión del proyecto geotérmico.

Cuando se incorpora el análisis de la figura 43 (**Mediciones en la barra de distribución de la subestación Guaimaca**) los valores de cargabilidad y pérdidas en el alimentador y línea LNMT1056775, el panorama comienza a mostrar señales de alerta:

Aunque el nivel de carga general de la línea se encuentra por debajo del 60%, lo cual está dentro del rango permitido, el desbalance de carga entre fases es muy evidente. Mientras que la fase B trabaja al 36%, las fases A y C superan el 52% y 58%, respectivamente. A esto se suma una pérdida activa de 1.95 MW en el alimentador, lo cual representa una pérdida cercana al 14% de la potencia total transmitida. Este nivel de pérdida no es menor y puede deberse a factores como la longitud de las líneas, las condiciones del cableado o la propia configuración de cargas distribuidas. Estas observaciones indican que, aunque el sistema no esté colapsado, ya presenta ineficiencias y desequilibrios que afectan su desempeño operativo. Dichas condiciones se vuelven más críticas al incorporar el análisis del perfil de voltaje con relación a la distancia recorrida.

El análisis de la figura 44 (**Perfil de voltaje en función de la distancia recorrida de las fases del circuito**) que es un gráfico del perfil de voltaje en p.u. (por unidad), medido en función de la distancia desde la subestación, revela un problema estructural más profundo:

A lo largo de los más de 100 km del alimentador, el voltaje cae significativamente, en especial en la fase A, que llega hasta 0.782 p.u., es decir, por debajo de 27 kV, un valor considerablemente inferior al estándar de operación (34.5 kV). La fase C desciende hasta 0.864 p.u. (29.8 kV) y la fase B hasta 0.935 p.u. (32.2 kV), lo que representa una diferencia de voltaje entre fases superior al 15%, un valor que excede con creces los márgenes técnicos recomendados, que suelen estar por debajo del 5%.

Estas diferencias no solo representan un desbalance, sino también un potencial riesgo de fallo en equipos eléctricos sensibles, afectaciones en la calidad del servicio e incluso disparo de protecciones automáticas ante caídas de voltaje fuera de rango. Este perfil de deterioro coincide geográficamente con la zona donde se pretende conectar la generación geotérmica (aproximadamente en el km 70), lo que pone en evidencia un punto débil de la red.

4.4.1.2 ESCENARIO DESPUES DE LA INCORPORACION DE GENERACION

DESPUES DE GENERACION				
NOMBRE	P _{insum} /MW	Q _{insum} /Mvar	S _{insum} /MVA	LossP/MW
Feeder GMC 32L78	4.04756	-0.53086	4.08222	1.78986

CARGABILIDAD EN LAS FASES									
NOMBRE	loading/%	Cload/Mvar	curnom/kA	I:1/kA	I:/kA	I:/kA	loadingPhA%	loadingPhB%	loadingPhC%
LNMT1056775	19.50142	0.00034	0.458	0.08931	0.03819	0.08507	19.50142	8.3399	18.5756

Figura 44. Mediciones en la barra de distribución subestación Guaimaca

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

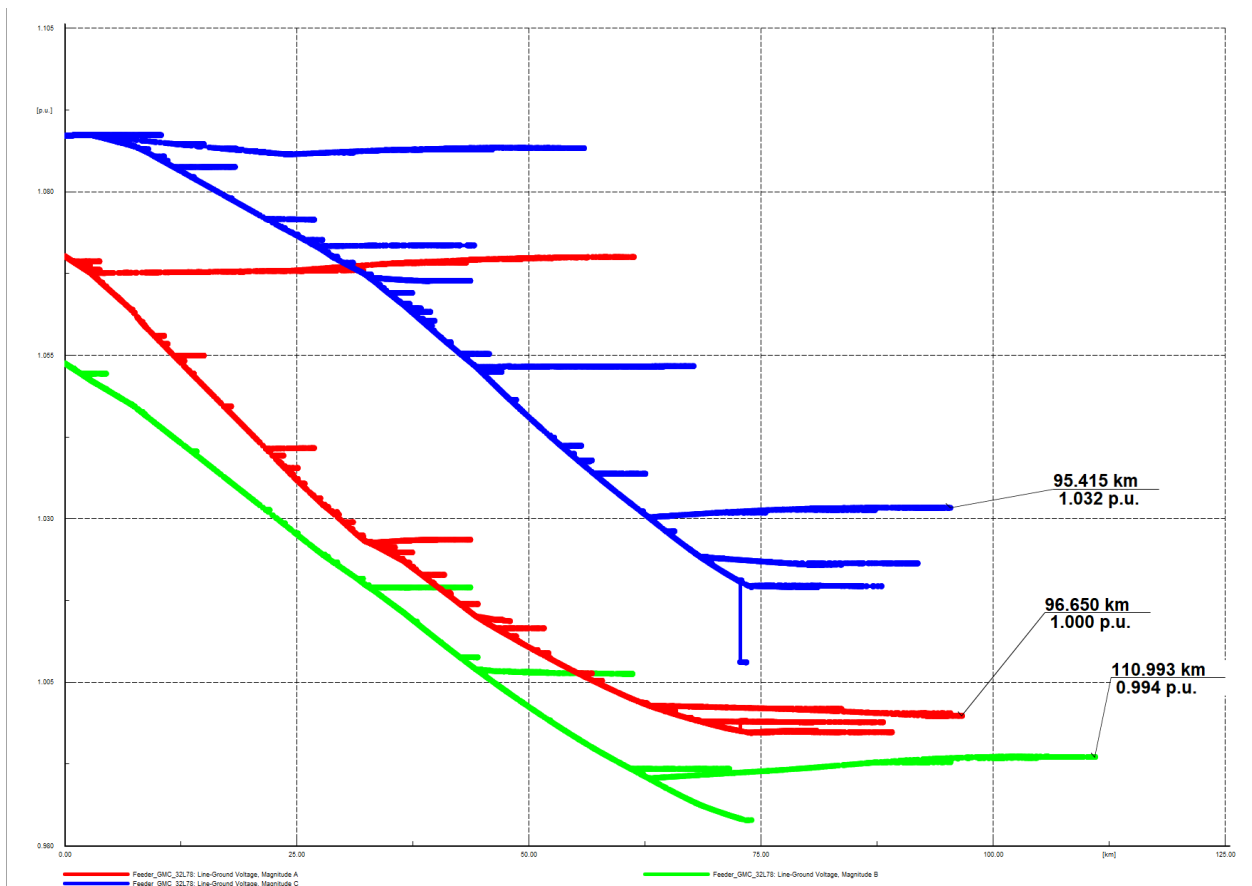


Figura 45. Perfil de voltaje en función de la distancia recorrida de las fases del circuito

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Los resultados de esta simulación reflejan cambios significativos en el comportamiento del sistema eléctrico. En primer lugar, en la figura 45 (**Mediciones en la barra de distribución**

subestación Guaimaca) se observa una reducción considerable de la demanda de potencia activa en la barra de la subestación, disminuyendo de más de 14 MW a poco más de 4 MW. Esta disminución evidencia que una porción importante de la energía que antes debía ser suministrada desde el sistema principal ahora es absorbida localmente, gracias a la generación geotérmica. Este alivio en la barra permite liberar capacidad operativa y reduce el estrés sobre los equipos de transformación. Asimismo, se registra una transformación en el flujo de potencia reactiva, mientras que en el escenario sin generación la subestación debía suministrar potencia reactiva al sistema, tras la incorporación de los 20 MW se detecta un flujo inverso, lo que indica que la generación local está cubriendo, e incluso superando, la demanda reactiva en el área. Este efecto, que puede ser considerado como un beneficio secundario del proyecto, contribuye a mejorar la estabilidad de voltaje y el perfil de potencia aparente en la red.

Otro aspecto relevante es la mejora en la condición de cargabilidad del alimentador y en particular, de la línea LNMT1056775. La carga total de la línea se reduce a menos de un tercio de su valor anterior, lo que representa una disminución importante en el esfuerzo eléctrico al que se ve sometido el sistema, también se reduce el desbalance entre fases, logrando una distribución más uniforme de la corriente. Aunque persisten algunas diferencias, la disminución de la magnitud de las corrientes en todas las fases indica una mejora operativa sustancial.

La mejora más notoria, sin embargo, se manifiesta en el comportamiento del voltaje a lo largo del circuito como se observa en la figura 45. En el escenario base, se identificaron caídas críticas de tensión, con valores inferiores a 0.80 p.u. en la fase A en tramos alejados del alimentador. Esta condición representa un riesgo considerable tanto para el funcionamiento de los equipos como para la calidad del servicio. Tras la inyección dividida, el perfil de voltaje muestra una corrección notable, elevando los valores mínimos a niveles cercanos o incluso superiores a 1.00 p.u. La fase más afectada, que antes presentaba una caída severa, ahora se mantiene dentro de los parámetros ideales de operación, eliminando así uno de los principales factores de inestabilidad previamente identificados.

La estrategia de dividir la inyección de potencia entre la barra y un punto intermedio del circuito ha demostrado ser no solo viable, sino también beneficiosa para el sistema, esta distribución permite atender simultáneamente la estabilidad en la barra y las necesidades de la red secundaria, mitigando los efectos negativos que podría haber tenido una inyección centralizada. A

su vez, permite llevar energía más cerca del punto de consumo, reduciendo pérdidas por transporte y mejorando la eficiencia general del sistema.

En términos generales, los resultados de la simulación respaldan la incorporación del proyecto geotérmico como una solución técnica que no solo se adapta a la red existente, sino que contribuye activamente a su mejora.

Este desempeño favorable debe ser considerado tanto en la planificación del proyecto como en su socialización, ya que permite demostrar con evidencia que la propuesta no generará impactos negativos sobre la red, sino que más bien aportará beneficios tangibles en términos de calidad, estabilidad y eficiencia del servicio eléctrico en la zona.

Tabla 9. Resumen de valores de voltaje (en p.u.) en la cola de las fases del circuito antes y después de la incorporación de potencia en San Ignacio

Punto final	Antes (p.u.)	Después (p.u.)	Mejora
95 km (Fase C)	0.864	1.032	0.168 p.u.
96 km (Fase A)	0.782	1	0.218 p.u.
110 km (Fase B)	0.935	0.994	0.059 p.u.

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

La mejora en los voltajes es notable. La fase A, que era la más crítica, pasa de 0.782 p.u. (26.97 kV) a 1.000 p.u. (34.5 kV), corrigiendo por completo la caída de voltaje. Las otras fases también mejoran, lo que implica que el punto de generación en el km 70 actúa como un estabilizador local de tensión, reduciendo las caídas por distancia y el desbalance entre fases.

4.4.2 ASPECTO AMBIENTAL

La energía geotérmica se considera una fuente renovable de bajo carbono; sin embargo, su desarrollo a escala industrial puede implicar alteraciones ambientales significativas si no se gestiona adecuadamente. En el caso de San Ignacio, un área con abundante cobertura forestal (aprox. 18.7 mil ha de bosque natural, equivalente al 55% del municipio) (GLOBAL FOREST WATCH, 2024), la instalación de una planta geotérmica de 20 MW exige evaluar cuidadosamente los siguientes aspectos ambientales: calidad del agua, emisiones atmosféricas, y la flora y fauna locales.

6.5.2.1 CALIDAD DEL AGUA

El uso del calor del subsuelo para generar energía, como lo propone el proyecto geotérmico en San Ignacio, puede tener efectos importantes en el agua que usan las comunidades. Las aguas termales que provienen del interior de la Tierra suelen tener muchos minerales, como azufre, sales o metales (Édgar Santoyo & Rosa María Barragán-Reyes, 2010). Si no se manejan bien, estas aguas podrían contaminar los ríos, pozos o manantiales de los que dependen las personas para beber, cocinar o regar sus cultivos (Unión de Científicos Preocupados, 2013).

Para evitar estos problemas, muchos proyectos modernos usan un sistema cerrado, donde el agua caliente que se extrae se vuelve a inyectar al subsuelo una vez que ya se ha enfriado. Este proceso evita que se liberen contaminantes al ambiente. **De hecho, en países como Estados Unidos no se han reportado casos de contaminación de aguas por plantas geotérmicas que estén funcionando normalmente** (Unión de Científicos Preocupados, 2013).

Sin embargo, en San Ignacio hay preocupación, las comunidades locales temen que al perforar a gran profundidad (hasta 3 o 5 kilómetros) y sacar mucha agua caliente, se reduzca el nivel de los pozos o incluso se sequen fuentes importantes de agua subterránea y así también existe el riesgo de que los productos químicos usados para perforar, como ácidos o sustancias corrosivas, lleguen a mezclarse con el agua que la gente consume (Defensores VS, 2018).

Líderes comunitarios del Valle de Siria, advierten que, si se contaminan o pierden estas fuentes de agua, muchas personas podrían quedarse sin agua potable o para sus cultivos, lo cual afectaría gravemente su calidad de vida.

Una de las formas más efectivas de reducir estos riesgos es seguir con la práctica de reinyectar el agua extraída. Esto no solo evita la contaminación, sino que también ayuda a mantener el equilibrio del terreno, evitando que se hunda por la falta de presión subterránea (Unión de Científicos Preocupados, 2013).

A pesar de esto, es muy importante vigilar de manera constante la calidad del agua durante toda la vida del proyecto, especialmente en las etapas de perforación y funcionamiento. Además, un análisis del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que se hizo para este proyecto reveló fallas importantes: no se estudió bien el comportamiento del agua en la zona ni se explicaron claramente las medidas de control que se aplicarían (Defensores VS, 2018). Por eso, es urgente mejorar los estudios sobre el agua subterránea y asegurarse de que el EIA incluya acciones concretas para

prevenir cualquier daño, como recubrir adecuadamente los pozos, manejar los residuos de la perforación y tener barreras de seguridad para evitar filtraciones.

6.5.2.1 EMISIONES

La energía geotérmica se considera una opción mucho más limpia que otras formas de producir electricidad, como las que usan carbón o diésel. Esto se debe a que no necesita quemar combustibles fósiles, lo que hace que libere muchos menos gases contaminantes al ambiente (Administración de Información Energética de EE. UU. (EIA), s. f.). Por ejemplo, **las plantas geotérmicas emiten alrededor de 97% menos azufre (que causa lluvia ácida) y 99% menos dióxido de carbono (CO₂)**, un gas que contribuye al cambio climático, si se comparan con plantas tradicionales que usan petróleo o carbón (Administración de Información Energética de EE. UU. (EIA), s. f.).

El proyecto en San Ignacio planea usar una tecnología llamada ciclo binario cerrado (Secretaría de Energía, 2021). Esto significa que los gases que salen junto al vapor del subsuelo no se liberan al aire, sino que se vuelven a inyectar bajo tierra junto con el agua, logrando así que prácticamente no haya emisiones a la atmósfera (Administración de Información Energética de EE. UU. (EIA), s. f.).

Sin embargo, no todas las plantas geotérmicas funcionan igual. Algunas usan un sistema abierto donde sí se liberan gases como sulfuro de hidrógeno (H₂S), CO₂, metano y otros. El H₂S es especialmente notorio porque tiene un olor fuerte (como huevo podrido) y puede causar problemas de salud si se respira en grandes cantidades. Cuando este gas se mezcla con el aire, se transforma en dióxido de azufre (SO₂), un contaminante que también puede afectar los pulmones y el corazón (Administración de Información Energética de EE. UU. (EIA), s. f.).

A pesar de esto, incluso en los casos donde sí hay emisiones, la contaminación del aire es mucho menor comparada con la que genera una planta a base de carbón (Administración de Información Energética de EE. UU. (EIA), s. f.). Además, los proyectos grandes suelen usar tecnologías que limpian los gases antes de soltarlos. Una de estas se llama scrubber, que atrapa los contaminantes y los convierte en un lodo especial que debe manejarse con cuidado porque puede contener sustancias como arsénico o mercurio (Administración de Información Energética de EE.

UU. (EIA), s. f.).

Por otro lado, aunque la planta geotérmica como tal casi no contamina el aire, sí hay que tener en cuenta que durante la construcción se usará maquinaria que funciona con diésel. Según el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), se estima que se consumirán unos 1500 galones de diésel por día durante esta etapa. Esto sí generará gases contaminantes como óxidos de nitrógeno (NOx), azufre (SOx), dióxido de carbono (CO₂) y polvo fino (Defensores VS, 2018).

Estos gases, si se respiran por mucho tiempo, pueden causar enfermedades graves, como cáncer, problemas respiratorios y empeorar el asma, según estudios mencionados en el EIA (Defensores VS, 2018). Por eso, es fundamental tomar medidas preventivas como dar mantenimiento a los motores, usar filtros especiales para los gases y limitar el uso de estas máquinas a ciertos horarios para proteger a las personas que viven cerca del proyecto.

En resumen, si el proyecto de San Ignacio utiliza el sistema de ciclo binario cerrado, las emisiones de gases contaminantes durante su operación serán prácticamente nulas. Esto representa una ventaja importante frente a otras formas de generar energía, tanto en términos de salud como de cuidado del clima.

6.5.2.1 FLORA Y FAUNA

La construcción y funcionamiento de una planta geotérmica pueden afectar la vida silvestre y la vegetación del lugar. Cuando se empieza un proyecto como este, primero se abren caminos, se desmonta el terreno y se nivelan áreas para colocar la planta y los equipos. Todo esto puede implicar la eliminación de árboles, arbustos y otras plantas propias de la zona (GEOLEC, 2013). En San Ignacio, esto significaría perder parte del bosque en zonas que todavía están bien conservadas, lo cual preocupa a muchos habitantes.

Quitar la vegetación no solo afecta directamente a las plantas, sino también a los animales que dependen de ellas. Por ejemplo, si desaparecen plantas con flores, pueden disminuir las abejas y otros polinizadores. También los pájaros, reptiles y mamíferos pueden perder su hogar si se destruyen sus hábitats naturales (GEOLEC, 2013). Además, la explotación de energía geotérmica puede cambiar los niveles de agua subterránea o secar fuentes de agua como manantiales. Si esto ocurre, podrían verse afectados los humedales y las especies que viven en ellos, como anfibios, peces o aves migratorias (GEOLEC, 2013).

Otro riesgo es la posible salida accidental de agua geotérmica hacia la superficie. Aunque esta agua viene del subsuelo y parece natural, puede tener elementos como arsénico, boro, sales o metales pesados en pequeñas cantidades (Édgar Santoyo & Rosa María Barragán-Reyes, 2010). Si estos se liberan sin control, pueden ser dañinos para los animales, sobre todo si hay exposición por mucho tiempo.

En el caso de San Ignacio, también se teme que los químicos usados para perforar el suelo, o los gases disueltos en las aguas termales (como el H₂S), puedan llegar al agua de consumo o a los terrenos donde pasta el ganado. Esto podría afectar tanto a la fauna silvestre como a los animales domésticos e incluso a las personas si no se toman medidas de control estrictas (Defensores VS, 2018).

El ruido, las vibraciones y el aumento del tráfico por maquinaria pesada también pueden tener un impacto fuerte. Durante la perforación y construcción, el ruido es intenso, lo que puede ahuyentar a muchos animales y alterar sus hábitos, como los horarios en que comen o cuidan a sus crías. El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto advierte que habrá mucho polvo y ruido durante la construcción, lo cual afectará tanto a la fauna como a las comunidades vecinas (Defensores VS, 2018). Aunque estos efectos suelen ser temporales, pueden ser muy perjudiciales si ocurren durante temporadas sensibles para los animales, como el periodo de cría.

Por otro lado, la presencia de infraestructura como torres, tuberías o nubes de vapor puede cambiar el paisaje natural. En un lugar como San Ignacio, que cuenta con atractivos naturales como aguas termales y bosques, esto podría afectar su belleza escénica y reducir el interés turístico en la zona (Defensores VS, 2018).

Para evitar dañar tanto la flora como la fauna, se recomienda construir la planta en áreas que ya han sido intervenidas anteriormente y evitar zonas ecológicamente sensibles, como los hábitats de especies raras o en peligro (GEOLEC, 2013). También es buena práctica sembrar árboles y plantas para compensar la vegetación que se pierde. Algunos proyectos han logrado incluso mejorar la variedad de plantas en la zona al sembrar especies nativas.

Además, es necesario tener un plan para rescatar y reubicar animales si es necesario durante la construcción, y llevar a cabo un monitoreo ambiental constante para asegurarse de que las especies locales no se vean afectadas a largo plazo (Magnus Gehringer & Victor Loksha, s. f.). Si se siguen todas estas medidas y se maneja correctamente la planta geotérmica, es posible que el

impacto sobre la naturaleza sea mínimo y que el entorno natural de San Ignacio pueda conservarse en buen estado por muchos años.

4.4.3 ASPECTO SOCIECONOMICO

4.4.3.1 GENERACION DE EMPLEO

Los proyectos de energía renovable, como el de geotermia en San Ignacio, pueden generar muchos empleos, sobre todo al inicio. Durante la etapa de construcción, que en este caso duraría alrededor de 18 meses, se espera que se generen aproximadamente 300 empleos temporales. La mayoría de estos trabajos estarían relacionados con construcción, perforación y otros servicios necesarios para poner en marcha la planta (Defensores VS, 2018).

Una vez que la planta empiece a operar, se necesitará un equipo técnico fijo de unas 25 personas, quienes se encargarán del mantenimiento, monitoreo ambiental, tareas administrativas y del buen funcionamiento general de la planta (Defensores VS, 2018).

Pero los beneficios en empleo no se limitan a estos puestos directos. A nivel internacional, se ha demostrado que los proyectos geotérmicos pueden generar más trabajos indirectos que otras energías renovables. **Por ejemplo, en América Latina, se calcula que cada megavatio (MW) instalado en geotermia puede crear unos 34 empleos entre directos, indirectos e inducidos. Esta cifra es mayor que en la energía eólica (19 empleos por MW) o la solar fotovoltaica (12 empleos por MW)** (Berg et al., 2023).

Esto ocurre porque la geotermia implica una cadena de actividades muy amplia, donde se necesita personal de distintas áreas: operadores de maquinaria pesada, perforadores, ingenieros, arquitectos, geólogos, hidrólogos, técnicos ambientales y muchos más (Berg et al., 2023). Además, como muchas de estas plantas se ubican en zonas rurales, como San Ignacio, gran parte de estos empleos se generan justamente donde más se necesitan. También suelen ser trabajos técnicos con mejores sueldos que el promedio local, lo cual ayuda a mejorar el nivel de vida de las familias beneficiadas (Berg et al., 2023).

Para la gente de San Ignacio, este proyecto representa una gran oportunidad. Podrían participar en distintos trabajos como obreros, choferes, personal de vigilancia o incluso como técnicos y profesionales si reciben la formación adecuada. La llegada de una planta geotérmica

también puede motivar a que universidades y centros técnicos ofrezcan capacitaciones específicas en energía geotérmica, lo que fortalecería las capacidades locales y abriría más puertas a largo plazo.

Eso sí, para que el impacto sea realmente positivo, es muy importante que se priorice la contratación de personas del lugar. Si se traen especialistas de fuera, se perdería parte del beneficio económico y educativo para la comunidad. Por eso, se recomienda que se implementen programas de formación para que la gente de la zona pueda ocupar puestos técnicos. También es clave incluir a empresas locales como proveedores o subcontratistas. De esta manera, se asegura que el proyecto deje un legado de conocimiento, empleo y desarrollo incluso después de haber terminado su construcción.

4.4.3.2 INGRESOS LOCALES Y DESARROLLO ECONOMICO

Un proyecto geotérmico como el de San Ignacio puede beneficiar económicamente a la comunidad de varias formas. En primer lugar, los sueldos que se pagan a los trabajadores locales aumentan el dinero disponible en las familias del municipio. Esto hace que muchas personas gasten más en tiendas, restaurantes o servicios del lugar, lo que a su vez impulsa la economía local. Este efecto se conoce como “efecto multiplicador”: más empleo genera más consumo, y eso ayuda a mover otros sectores como el comercio o el transporte (Berg et al., 2023).

Además, hay beneficios por los impuestos que el proyecto puede aportar. Las plantas de energía normalmente pagan al gobierno tasas por el uso del recurso, impuestos sobre la propiedad o sobre las ganancias. Esto ayuda a fortalecer las finanzas del municipio y del país (Berg et al., 2023). Si se usan bien estos ingresos, podrían invertirse en mejorar calles, escuelas, centros de salud y el acceso al agua potable.

También hay empresas que, por responsabilidad social, apoyan directamente a las comunidades con proyectos como programas de capacitación, donación de equipos o apoyo a obras locales. Un ejemplo destacado es Filipinas, donde una empresa geotérmica destina el 40% de sus utilidades netas a los municipios donde operan sus plantas (Berg et al., 2023).

En San Ignacio, sin embargo, hay una situación especial: se ha reportado que el contrato geotérmico 12 Tribus incluye una exoneración de impuestos por 10 años. Esto significa que durante ese tiempo la alcaldía solo recibiría ingresos pequeños, como pagos por permisos de construcción o por uso del suelo (Defensores VS, 2018). Por eso, en la primera etapa, los beneficios

vendrían más por el movimiento económico y los salarios que por aportes fiscales. A largo plazo, cuando termine el período de exención, el pago de impuestos podría convertirse en una fuente importante de ingresos si se maneja de forma transparente y se reinvierte en la comunidad.

Por otro lado, hay que tener cuidado con los impactos en la economía tradicional de San Ignacio, que se basa en la agricultura, la ganadería y el ecoturismo ligado a las aguas termales. Si el proyecto daña fuentes de agua o deteriora el paisaje, podría afectar la producción de alimentos y limitar el turismo, reduciendo los ingresos de muchas familias (Defensores VS, 2018). Por ejemplo, si se secan pozos o se contaminan las áreas de pastoreo, los productores perderían capacidad de cultivo o cría, y eso podría traer problemas de seguridad alimentaria.

A nivel nacional y regional, el proyecto también aportaría beneficios. Se espera que la planta genere 20 megavatios (MW) de electricidad limpia, lo cual ayudaría a diversificar las fuentes de energía del país. Actualmente, Honduras depende en parte de hidroeléctricas (que sufren cuando hay sequía) y de plantas que usan combustibles fósiles como diésel o búnker, que son más caros y contaminantes (USTDA, s. f.).

La energía geotérmica, en cambio, funciona todo el tiempo y no depende del clima. Esto permite tener un suministro más estable y reduce la necesidad de importar combustibles. Una red eléctrica más confiable y menos contaminante puede atraer inversiones, bajar los costos para los comercios que hoy deben usar generadores propios y ayudar a mantener las tarifas eléctricas estables, lo que beneficia a todos los usuarios.

En resumen, el proyecto de energía geotérmica en San Ignacio tiene el potencial de generar empleos, mover la economía local y mejorar el suministro eléctrico. Pero estos beneficios solo se lograrán si se toman medidas correctas. Es clave contratar mano de obra y proveedores locales, asegurar que los ingresos fiscales se usen bien y proteger las actividades tradicionales como la agricultura y el turismo. Si esto se hace bien, el proyecto puede convertirse en un modelo de desarrollo limpio y justo, en lugar de generar conflictos.

Las experiencias internacionales muestran que la geotermia puede convivir con las comunidades y traer prosperidad, siempre que haya transparencia, diálogo continuo y cumplimiento estricto de las medidas ambientales previstas (Berg et al., 2023). En San Ignacio, lograr ese equilibrio permitirá mejorar la calidad de vida de las personas y fortalecer la economía de manera sostenible.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones se elaboran a partir del análisis conjunto de los datos obtenidos en la encuesta aplicada a la comunidad de San Ignacio y de la investigación técnica, ambiental y socioeconómica desarrollada en este estudio. Su formulación responde de manera directa a cada uno de los objetivos específicos planteados, garantizando que las afirmaciones presentadas estén fundamentadas en evidencias cuantitativas y cualitativas, y no en percepciones subjetivas.

5.1.1 ASPECTO TECNICO

Uno de los principales hallazgos de este estudio es que el municipio de San Ignacio enfrenta serios problemas con el servicio eléctrico. Según los resultados de la encuesta, el 61.44% de los encuestados indicó que las interrupciones ocurren “muy frecuentemente” y el 27.61% señaló que suceden “frecuentemente”, lo que significa que casi 9 de cada 10 habitantes (89.05%) experimentan apagones regulares en sus hogares o comunidades. Asimismo, un 74% reportó fluctuaciones de voltaje, asociadas a daños en electrodomésticos y equipos eléctricos, y un 68% manifestó que estas fallas afectan directamente sus actividades productivas. Este escenario, sumado a la falta de soluciones efectivas, genera frustración y una percepción de abandono por parte del sistema eléctrico nacional.

La simulación realizada en el software DigSilent demuestra que la estrategia de inyectar 20 MW de energía geotérmica de forma dividida (10 MW en la barra de la subestación y 10 MW en un punto intermedio del circuito) es técnicamente efectiva y beneficiosa para el sistema eléctrico de San Ignacio y del circuito en general. Los resultados evidencian mejoras sustanciales en la estabilidad del voltaje, reducción de pérdidas activas, y corrección de desbalances entre fases, especialmente en los tramos más alejados del alimentador, donde antes se presentaban condiciones críticas, este comportamiento confirma que, lejos de representar una carga adicional para la red, la generación geotérmica puede convertirse en un elemento corrector que refuerza el sistema existente.

5.1.2 ASPECTO AMBIENTAL

Según los resultados de la encuesta, un 54% de los participantes expresó preocupación por el posible uso intensivo de agua, un 47% señaló inquietudes por la emisión de gases y un 42% manifestó que el ruido durante la construcción podría afectar la tranquilidad de las comunidades cercanas. Asimismo, un 38% mencionó el riesgo de afectaciones al suelo en las zonas de perforación. Sin embargo, el 71% de los encuestados consideró que estos impactos pueden ser controlados si se aplican buenas prácticas ambientales, como la reinyección total de fluidos geotérmicos, el uso de sistemas de control de gases, barreras acústicas durante la construcción y manejo responsable del agua. Estas medidas coinciden con experiencias exitosas en otros países con plantas geotérmicas, donde se han mantenido los impactos dentro de límites aceptables sin comprometer la sostenibilidad del entorno.

5.1.3 ASPECTO SOCIECONOMICO

Se concluye que, desde el punto de vista social y económico, el proyecto geotérmico ofrece oportunidades significativas para San Ignacio. El análisis investigativo y los datos de la encuesta indican que la construcción de la planta podría generar aproximadamente 300 empleos temporales durante los 18 meses de obra y 25 empleos permanentes en la etapa de operación. Este hallazgo coincide con la percepción del 78% de los encuestados, quienes señalaron la generación de empleo como el principal beneficio esperado.

Se determina que un 65% de los participantes considera que el proyecto dinamizará el comercio local y atraerá inversión privada, mientras que un 59% prevé mejoras en servicios comunitarios a través de aportes fiscales y responsabilidad social empresarial.

Se confirma que el 81% de la población está dispuesta a apoyar la implementación de la planta, siempre que se priorice la contratación de mano de obra local, se ejecuten mejoras visibles en infraestructura y no se ponga en riesgo la salud ni el medio ambiente. Además, un 74% manifestó interés en participar activamente en el proceso de socialización y en la toma de decisiones, lo que evidencia la necesidad de incluir mecanismos de participación ciudadana en la gestión del proyecto.

5.2 RECOMENDACIONES

5.2.1 ASPECTO TECNICO

Se recomienda llevar a cabo una planificación técnica detallada para la incorporación escalonada de los 20 MW de generación geotérmica, priorizando la estrategia de inyección dividida (10 MW en la barra y 10 MW en un punto intermedio del circuito), ya que ha demostrado ser funcional y beneficiosa. Asimismo, es indispensable fortalecer la red de distribución en los tramos más alejados del alimentador GMC-L378, mediante el balance de fases, la incorporación de equipos reguladores de voltaje y mejoras en la infraestructura existente, a fin de evitar afectaciones en la calidad del servicio eléctrico.

5.2.2 ASPECTO AMBIENTAL

Se sugiere realizar monitoreos periódicos del entorno natural antes, durante y después de la ejecución del proyecto, con énfasis en la temperatura del subsuelo, emisiones gaseosas y posibles alteraciones en cuerpos de agua cercanos. Además, se recomienda fortalecer la comunicación con las comunidades mediante programas educativos sobre la seguridad ambiental de la geotermia, con el fin de reducir la percepción de riesgo y fomentar la confianza pública sobre los beneficios del proyecto.

5.2.3 ASPECTO SOCIECONOMICO

Es recomendable estructurar un plan de desarrollo local que maximice los beneficios sociales y económicos de la generación geotérmica, incluyendo mecanismos de contratación local, apoyo a emprendimientos comunitarios y obras de compensación en infraestructura. Asimismo, se sugiere establecer un mecanismo de retroalimentación comunitaria para que los habitantes puedan expresar sus inquietudes y propuestas, garantizando así una relación participativa y transparente entre la empresa desarrolladora, el gobierno y la población de San Ignacio.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA

ESTRATEGIA INTEGRAL DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO GEOTÉRMICO EN EL MUNICIPIO DE SAN IGNACIO.

6.2 OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

6.2.1. OBJETIVO GENERAL

Informar, sensibilizar y empoderar a la comunidad de San Ignacio sobre los alcances técnicos, ambientales y sociales del proyecto de generación geotérmica, promoviendo su participación y garantizando que el proceso se desarrolle con transparencia, inclusión y respeto por el entorno local.

6.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.** Identificar y mapear a los actores clave involucrados en el desarrollo del proyecto geotérmico en San Ignacio, considerando sus niveles de influencia, intereses y roles dentro del proceso de socialización.
- 2.** Establecer mecanismos de participación comunitaria efectiva, incluyendo comités de acompañamiento, reuniones, talleres y canales digitales, que permitan a la población expresar sus opiniones, dudas y propuestas.
- 3.** Definir medidas de monitoreo, evaluación y control que aseguren el cumplimiento de la estrategia de socialización, mediante el uso de indicadores cualitativos y cuantitativos que midan el impacto, la confianza generada y el nivel de involucramiento comunitario.

6.3 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La aceptación de la comunidad es un punto clave para que proyectos como la planta de energía geotérmica en San Ignacio funcionen correctamente. Muchas personas del municipio tienen expectativas positivas, especialmente porque esperan que el servicio de energía eléctrica mejore. Sin embargo, también hay preocupaciones válidas sobre posibles efectos negativos, tanto en el medio ambiente como en lo social, debido a experiencias pasadas como la minería a cielo

abierto, que dejó daños visibles en la zona.

Si este nuevo proyecto no se comunica bien, la falta de información puede aumentar la desconfianza y el rechazo. Por eso, se propone una estrategia de socialización que permita informar a la comunidad de forma clara y sencilla, construir confianza y dar espacios donde las personas puedan expresar sus dudas, recibir respuestas y participar activamente en el proceso.

Esta propuesta no nace solo de suposiciones, sino de un estudio real: se aplicaron 402 encuestas a personas del municipio, superando el mínimo necesario. Los resultados muestran que hay mucho interés en participar, pero también temores sobre temas importantes como el agua, la vegetación local y los cambios de clima.

Por eso, esta estrategia no solo busca informar, sino también escuchar a la comunidad, tomar en cuenta sus opiniones, y garantizar que todos entiendan bien qué se hará, qué beneficios traerá y cómo se cuidará el ambiente. Además, la idea es que la misma población pueda acompañar y vigilar el avance del proyecto, fomentando un trabajo conjunto entre empresa, autoridades y ciudadanos del municipio.

6.4 ALCANCE DE LA PROPUESTA

La estrategia de socialización se llevará a cabo en todo el municipio de San Ignacio, poniendo especial atención en las comunidades que están más cerca del lugar donde se desarrollará el proyecto geotérmico. Esta estrategia está pensada para llegar a todos los sectores de la población, incluyendo líderes comunitarios, estudiantes, adultos mayores, trabajadores del campo, personal de salud y educación, organizaciones sociales y, en general, cualquier habitante interesado en conocer y participar en el proceso.

La forma en que se aplicará esta estrategia será inclusiva, es decir, tomando en cuenta a todas las personas sin importar su edad, nivel educativo u ocupación. También será progresiva, avanzando paso a paso con el fin de brindar información clara desde el inicio, antes de que comience cualquier tipo de construcción o intervención en el territorio.

El objetivo es que la población conozca a profundidad en qué consiste el proyecto, cuáles son sus beneficios, posibles impactos y medidas de prevención, permitiendo que las personas puedan formarse una opinión basada en información confiable. De esta forma se garantiza una

comunicación transparente, espacios de diálogo abiertos y una participación activa que fortalezca la confianza y el sentido de pertenencia de la comunidad hacia el proyecto.

6.5 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO

6.5.1 DESCRIPCIÓN

Esta propuesta de socialización se plantea como un plan práctico y cercano a la comunidad. Su finalidad es garantizar que las personas estén bien informadas, se sientan escuchadas y puedan participar activamente en todo el proceso del proyecto geotérmico. Para lograrlo, se tienen que organizar diferentes actividades que acerquen la información técnica a un lenguaje claro, con espacios de diálogo y participación. El diseño de la estrategia debe considerar las características propias de San Ignacio, como su estructura social, sus antecedentes históricos y las preocupaciones comunes entre los habitantes. Por eso, se plantean acciones sencillas pero efectivas, que puedan aplicarse en todos los sectores del municipio, adaptándose a diferentes niveles educativos y contextos culturales.

6.5.2 DESARROLLO

En primer lugar, para asegurar una ejecución coordinada, transparente y eficiente del proyecto geotérmico, se propone la conformación de un equipo multidisciplinario que combine capacidades técnicas, sociales, ambientales y de comunicación. Este equipo permitirá implementar la estrategia de socialización de forma integral, con roles claramente definidos y con un enfoque participativo. Cada uno de los roles definidos a continuación responde a las necesidades específicas del proyecto, procurando una gestión efectiva, transparente y culturalmente adaptada al contexto local:

1. Coordinador/a General del Proyecto

Dirigir la planificación y ejecución del proyecto; articular con autoridades, financiadores y comunidades. Supervisar equipos.

2. Coordinador/a de Socialización y Participación Comunitaria

Liderar la implementación de la estrategia de socialización. Coordinar las fases de diálogo, sensibilización y retroalimentación. Mantener comunicación directa con la comunidad.

3. Responsable de Comunicación Institucional

Diseñar materiales, gestionar redes sociales, coordinar vocerías. Monitorear percepción pública.

4. Facilitadores Comunitarios

Realizar visitas a comunidades, reuniones informativas, recolección de opiniones, entrega de materiales. Estos pueden ser seleccionados preferiblemente entre personas locales, ya que conocen el contexto y generan más confianza.

5. Especialista Ambiental

Comunicar medidas de protección ambiental; coordinar monitoreos y relación con MiAmbiente+. Participar en cabildos.

6. Especialista Técnico en Energía Geotérmica

Explicar funcionamiento del sistema geotérmico en espacios educativos o técnicos. Apoyar en la validación de información técnica difundida.

7. Enlace con Gobierno Local (Alcaldía)

Gestionar trámites, permisos y articulación con planes de desarrollo municipal. Mantener relación con regidores y técnicos.

8. Responsable de Monitoreo y Evaluación

Aplicar encuestas, procesar indicadores, generar informes de avance. Evaluar eficacia de las actividades de socialización.

9. Comité de Acompañamiento Comunitario

Grupo formado por líderes comunitarios y representantes locales que supervisa la ejecución y garantiza la transparencia del proceso. Este grupo no forma parte de la operatividad interna del proyecto, pero es clave para legitimar las acciones ante la comunidad.

EQUIPO DE PROYECTO



Figura 46 - Equipo de proyecto

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

La presencia de un equipo bien estructurado no solo facilita la ejecución técnica del proyecto, sino que garantiza un enfoque más humano, participativo y sensible al entorno social y ambiental.

Cada uno de los roles definidos en el equipo del proyecto cumple funciones específicas dentro de las fases operativas de la estrategia de socialización.

La propuesta se tiene que ejecutar en tres fases principales, cada una con un objetivo específico que responde a lo que se busca lograr en cada momento del proyecto:

6.5.2.1 FASE 1: PREPARACIÓN, ACERCAMIENTO Y RECONOCIMIENTO CON LA COMUNIDAD

En esta primera etapa, para el éxito del proceso de socialización del proyecto geotérmico en San Ignacio, es esencial identificar adecuadamente a todos los actores involucrados, tanto directos como indirectos, dado que sus intereses, percepciones y participación influirán en el desarrollo y la aceptación del proyecto.

Entre los actores directos se encuentran aquellos que tienen una relación inmediata con el proyecto, ya sea por su ubicación geográfica, su rol en la toma de decisiones o su responsabilidad técnica. Estos incluyen:

1. **La comunidad de San Ignacio:** Quienes serán los principales beneficiarios o afectados del proyecto.
2. **La Alcaldía municipal:** Como autoridades responsables de la gestión territorial y enlace con los ciudadanos.
3. **La empresa desarrolladora del proyecto geotérmico:** Que será la encargada de la ejecución técnica y operativa.
4. **La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) y el Sistema Eléctrico Nacional (SEN):** Entidades clave en la integración de la nueva fuente de energía al sistema eléctrico del país.
5. **El Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente (MiAmbiente+):** Responsable de la evaluación y monitoreo del cumplimiento ambiental del proyecto.

Entre los actores indirectos, figuran aquellos que, sin estar directamente involucrados en la ejecución o gestión del proyecto, pueden verse impactados o tener interés en su desarrollo:

1. **Las organizaciones ambientalistas:** Que actúan como observadores y defensores de los recursos naturales y la salud pública.
2. **Los centros educativos:** Que pueden ser aliados estratégicos en procesos de concientización y formación sobre energías renovables.
3. **Los medios de comunicación locales:** que jugarán un rol crucial en la difusión de información veraz y oportuna.



Figura 47. Mapa de actores

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Este análisis permite identificar los niveles de poder, responsabilidad e impacto que cada actor tiene en relación con el desarrollo del proyecto, lo cual es clave para adaptar los mensajes, canales y tiempos de la estrategia de socialización. Se han considerado criterios como la autoridad institucional, la representatividad social, la sensibilidad ambiental, el acceso a la información y la capacidad de movilización.

Tabla 10 - Matriz de influencia de stakeholders

Actor	Nivel de Influencia	Nivel de Interés	Rol Clave
Comunidad de San Ignacio	Medio-Alto	Muy Alto	Aceptación social, vigilancia del proceso y legitimidad del proyecto.
Alcaldía Municipal	Alto	Alto	Coordinación territorial, permisos, gobernanza local.
ENEE y SEN	Alto	Medio	Integración técnica del proyecto a la red nacional.
Mi Ambiente +	Alto	Alto	Supervisión y cumplimiento ambiental.
Grupos ambientalistas	Medio	Alto	Incidencia pública, observación crítica, posible oposición organizada.
Centros educativos	Bajo	Medio	Formación y educación sobre sostenibilidad, aliados en concientización.
Medios de comunicación	Medio	Medio	Difusión de información y control social indirecto.
Desarrolladora del proyecto	Muy Alto	Medio	Ejecución técnica, gestión de riesgos, cumplimiento de cronograma.

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Este análisis es importante para desarrollar el plan de comunicación pues permite segmentar tanto los mensajes y canales según el perfil del actor, así como poder incluir estrategias preventivas ante actores críticos como ser los grupos ambientalistas.

Se tienen que realizar reuniones pequeñas y entrevistas con actores locales para escuchar sus inquietudes, recoger dudas comunes y comprender sus expectativas. Esta fase es clave para establecer confianza desde el inicio.

6.5.2.2 FASE 2: INFORMACIÓN, DIÁLOGO Y PARTICIPACIÓN

En esta etapa se tienen que realizar todas las actividades de socialización más visibles: charlas abiertas en las comunidades, talleres en colegios, visitas guiadas al sitio del proyecto, habilitación de páginas en redes sociales y entrega de materiales impresos con un lenguaje no técnico. El objetivo es explicar en palabras sencillas qué es la energía geotérmica, cómo funcionaría el proyecto y qué medidas se tomarían para cuidar el ambiente. También se tienen que abrir espacios para que la gente opine, pregunte y proponga ideas.

En cuanto al idioma y costumbres, la lengua predominante es el español, y existen prácticas

culturales relacionadas con el cuidado del agua, la agricultura y la vida comunitaria que deben respetarse. El nivel educativo varía: muchas personas han completado la educación básica, aunque hay comunidades con baja escolaridad, lo que hace necesario adaptar el lenguaje de los materiales informativos.

Durante el proceso de socialización del proyecto, es esencial que la comunidad reciba información clara, sencilla y útil que les permita comprender tanto el funcionamiento como el impacto del proyecto geotérmico. Los siguientes mensajes deben ser el eje central de la estrategia de comunicación:

Tabla 11. Mensajes a comunicar a la población

MENSAJE/ PREGUNTA	OBJETIVO A COMUNICAR
¿QUÉ ES LA ENERGÍA GEOTÉRMICA Y CÓMO FUNCIONA?	Se debe explicar que la energía geotérmica es una fuente de electricidad que se obtiene del calor natural que hay en el interior de la Tierra. Este calor se encuentra en forma de vapor o agua caliente bajo la superficie, y mediante tecnología especializada se convierte en electricidad de manera constante y sostenible.
¿QUÉ BENEFICIOS TRAERÁ EL PROYECTO A SAN IGNACIO?	Es necesario destacar que este proyecto puede mejorar la calidad del servicio eléctrico, reducir los apagones y fortalecer la economía local. Además, se debe señalar que contribuirá a la independencia energética del país y posicionará a San Ignacio como un referente en energías limpias. La comunidad debe saber que este proyecto representa una oportunidad para mejorar la infraestructura, los servicios básicos y la imagen del municipio.
¿QUÉ MEDIDAS SE TOMARÁN PARA CUIDAR EL AMBIENTE Y LA SALUD?	La población necesita estar segura de que el proyecto no dañará sus recursos naturales ni afectará su salud. Por eso, se debe comunicar con transparencia que se implementarán medidas estrictas de protección ambiental, incluyendo el monitoreo del agua, del aire y del suelo, así como controles sobre el ruido y las emisiones. También deben conocer que el proyecto será supervisado por entidades ambientales y contará con planes de contingencia para cualquier eventualidad.
¿CÓMO PARTICIPARÁ LA COMUNIDAD EN LA TOMA DE DECISIONES?	Uno de los mensajes clave debe ser que la comunidad no será solo espectadora, sino protagonista del proceso.
¿QUÉ OPORTUNIDADES DE EMPLEO Y DESARROLLO SE GENERARÁN?	La gente debe saber que el proyecto traerá empleos temporales durante la etapa de construcción y algunos puestos permanentes en la operación de la planta.

	Además, se crearán oportunidades indirectas para proveedores locales, transporte, alimentación y otros servicios. También es importante informar que habrá programas de capacitación y formación técnica para que los pobladores puedan calificar a estos empleos.
--	--

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Además de los mensajes es necesario seleccionar los canales de comunicación correctos. En este caso se han considerado diferentes canales de comunicación teniendo en cuenta los actores identificados previamente.

El uso de reuniones comunitarias presenciales será uno de los principales canales de comunicación, incluyendo cabildos abiertos, visitas a las aldeas, encuentros con patronatos y actividades en centros comunales con el fin de tener contacto directo con la población.

Al mismo tiempo, se emplearán materiales impresos como afiches, carteles y trípticos, que se colocarán o distribuirán en lugares estratégicos del municipio con el fin de llegar con un lenguaje comprensibles para personas con baja escolaridad o sin conectividad.

El canal principal será una página oficial del proyecto en Facebook, ya que esta red social es muy popular en la región y permite compartir publicaciones de texto, imágenes, eventos, transmisiones en vivo e interacciones en tiempo real. A través de esta página, se podrá mantener una comunicación constante con la comunidad joven, líderes locales, docentes, comerciantes y organizaciones sociales.

Continuando con los canales digitales se utilizará un canal oficial en YouTube donde se publicarán cápsulas educativas sobre energía geotérmica, entrevistas con técnicos del proyecto, avances documentados del proceso y testimonios de miembros de la comunidad.

Es importante mantener una comunicación con entidades clave como la alcaldía, MiAmbiente+, ENEE, la SEN y ONG's, se utilizará el correo electrónico institucional con el fin de intercambiar informes, y toda aquella información necesaria de manera formal.

Se conformará un Comité de Acompañamiento Comunitario con representantes locales, que servirá como puente entre la comunidad y el equipo técnico del proyecto. Además, se habilitarán buzones físicos y formularios digitales para facilitar una participación continua,

confidencial y accesible. Esto garantizará un canal abierto para informar, consultar y retroalimentar.

La siguiente matriz detalla las estrategias de comunicación adaptadas a cada actor clave identificado previamente en el mapa de actores. Cada estrategia está orientada a facilitar el flujo de información, construir relaciones de confianza y asegurar una participación efectiva y oportuna en todas las fases del proyecto geotérmico en San Ignacio. La matriz especifica los mensajes clave, los canales más adecuados, la frecuencia recomendada de contacto y los responsables de ejecutar cada acción comunicacional.

Tabla 12. Estrategias de comunicación adaptadas a cada actor clave identificado

ACTOR	OBJETIVO DE COMUNICACIÓN	MENSAJE CLAVE	CANALES SUGERIDOS	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Comunidad de San Ignacio	Informar, sensibilizar y empoderar a la población local	El proyecto es una oportunidad de desarrollo, se garantizarán medidas de protección ambiental	Asambleas comunitarias, afiches, visitas casa a casa, redes sociales, canal local	Permanente (mensual mínimo)	Equipo de socialización local
Alcaldía Municipal	Alinear el proyecto con la planificación territorial y normativa local	El proyecto respetará la autonomía municipal y se desarrollará de forma participativa	Reuniones técnicas, convenios de colaboración, informes periódicos	Trimestral o según fases	Dirección del proyecto
ENEE y SEN	Coordinar la integración técnica del proyecto a la red eléctrica nacional	El proyecto está diseñado para cumplir estándares técnicos y contribuir al sistema nacional	Reuniones técnicas, reportes técnicos, comunicaciones oficiales	Según cronograma técnico	Coordinación técnica del proyecto
Mi Ambiente +	Asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental	Se implementarán planes de mitigación,	Informes técnicos, reuniones de seguimiento	Bimestral o por requerimiento	Unidad ambiental del proyecto

		monitoreo ambiental y transparencia en los procesos			
Grupos ambientalistas	Brindar información y abrir espacios de diálogo sobre preocupaciones ambientales	Se respetará el ecosistema y se promoverá la vigilancia ambiental participativa	Foros temáticos, visitas al sitio, boletines digitales	Cada fase relevante	Coordinación ambiental y social
Centros educativos	Fomentar la educación ambiental y energética en jóvenes y docentes	La energía geotérmica es limpia, segura y puede ser una herramienta para el desarrollo local	Charlas, talleres escolares, materiales didácticos	Trimestral	Facilitadores de sensibilización
Medios de comunicación	Difundir información clara, transparente y oportuna sobre el proyecto	El proyecto es sostenible y cuenta con participación la participación activa de la comunidad	Comunicados de prensa, entrevistas, redes sociales oficiales	Mensual o por eventos clave	Encargado de comunicación del proyecto
Desarrolladora del proyecto	Mantener coherencia entre la ejecución técnica y los compromisos sociales y ambientales	Nuestra gestión técnica respeta los principios de sostenibilidad, participación y legalidad	Reuniones internas, reportes de avance, monitoreo comunitario	Permanente (quincenal)	Dirección técnica y social conjunta

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

6.5.2.3. FASE 3: SEGUIMIENTO Y ACOMPAÑAMIENTO DURANTE EL PROCESO

Antes de que se inicie ya la decisión final sobre el proyecto es fundamental mantener el contacto con la comunidad. Se tienen que hacer reuniones periódicas, habilitar canales para enviar sugerencias o quejas, y dar seguimiento a los compromisos que la población exige. Esta fase busca que la comunidad no solo reciba información, sino que también tenga voz y voto mientras el proyecto se acepta.

Para garantizar que la estrategia de socialización y acompañamiento se desarrolle de forma efectiva, se han definido indicadores cualitativos y cuantitativos que permiten evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos de esta fase. Estos indicadores servirán para medir el nivel de participación comunitaria, la efectividad en la comunicación, el cumplimiento de compromisos y la confianza generada entre actores.

Tabla 13. Indicadores cualitativos y cuantitativos

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	META ESPERADA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
Porcentaje de reuniones realizadas vs planificadas	Evalúa si se cumple el cronograma de encuentros comunitarios y técnicos	90% de reuniones cumplidas	Mensual
Nivel de satisfacción comunitaria	Mide percepción sobre transparencia y calidad del diálogo con el proyecto	≥ 80% satisfacción	Trimestral (encuesta)
Participación en reuniones	Número promedio de asistentes por reunión (porcentaje del total convocado)	Al menos 60% de convocatoria	Por evento
Quejas o sugerencias gestionadas en plazo	Porcentaje de reclamos respondidos en ≤10 días hábiles	≥ 85% atendidas a tiempo	Mensual
Informes difundidos a la comunidad	Cantidad de boletines o reportes entregados en lenguaje accesible	1 por mes	Mensual
Integrantes del comité capacitados	Participación en talleres de seguimiento, liderazgo o resolución de conflictos	100% del comité formado	Trimestral
Canales de comunicación habilitados y activos	Funcionamiento de buzones físicos WhatsApp, y formularios digitales	100% operativos durante 6 meses	Bimensual

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Estas tres fases están pensadas para lograr una relación cercana, respetuosa y transparente entre el proyecto geotérmico y la comunidad de San Ignacio, asegurando que la información llegue de forma clara y que la participación ciudadana se mantenga activa y significativa.

6.6 MEDIDAS DE CONTROL

Para garantizar que la estrategia de socialización y acompañamiento se desarrolle de forma efectiva, como se detalló anteriormente, se han definido indicadores cualitativos y cuantitativos que permiten evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos de cada una de las fases. Estos indicadores servirán para medir el nivel de participación comunitaria, la efectividad en la comunicación, el cumplimiento de compromisos y la confianza generada entre actores.

Las medidas de control se centran en cuatro acciones clave:

1. Seguimiento de actividades:

Se llevará un registro detallado de cada acción realizada (fechas, lugares, número de asistentes, temas tratados y materiales entregados). Este control documentará el cumplimiento operativo de la estrategia.

2. Evaluación de percepción:

Se aplicarán encuestas antes y después de las sesiones de socialización para medir cambios en el conocimiento, grado de confianza y participación comunitaria. Los resultados permitirán ajustar enfoques según las necesidades detectadas.

3. Retroalimentación continua:

Se habilitarán canales físicos y digitales para que los habitantes expresen sus dudas, recomendaciones o inquietudes. Esto permitirá evaluar la interacción constante y la receptividad de la comunidad.

4. Comité de seguimiento:

Se conformará un grupo integrado por representantes de la comunidad, técnicos del proyecto y autoridades locales. Este comité vigilará el cumplimiento, analizará resultados de los indicadores y propondrá mejoras continuas.

También es de tener muy en cuenta que, en cualquier proceso de implementación de un proyecto a nivel comunitario, es natural que surjan dudas, desacuerdos o preocupaciones entre los

distintos actores involucrados. Por ello, es indispensable contar con un mecanismo claro y accesible para atender posibles conflictos, reclamos o sugerencias que puedan presentarse en el marco del proyecto geotérmico.

El objetivo de este mecanismo no es únicamente resolver problemas una vez que han ocurrido, sino también prevenirlos mediante una gestión temprana de las inquietudes, fortaleciendo la confianza entre la población y los responsables del proyecto. Garantizar una respuesta oportuna, transparente y basada en el respeto mutuo será clave para mantener la armonía social y la credibilidad del proceso.

A continuación, se describe el proceso de resolución de conflictos y los canales mediante los cuales la comunidad podrá presentar sus inquietudes:

PROCESO DE RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS

1. Recepción formal de quejas o inconformidades ya sea de manera escrita o verbal, a través de puntos de atención comunitarios establecidos.
2. Evaluación técnica y social del caso por parte de un comité conformado por representantes del proyecto, autoridades locales y miembros de la comunidad.
3. Emisión de una respuesta y propuesta de solución en un plazo no mayor a 10 días hábiles.
4. Seguimiento del cumplimiento de la resolución y documentación del proceso, incluyendo acuerdos firmados si corresponde.

Para atender las quejas, peticiones o sugerencias, los canales de comunicación pueden ser los siguientes:

1. Presenciales: oficinas de enlace comunitario en San Ignacio, buzones de sugerencias en centros comunales.
2. Telefónicos: número directo del equipo de socialización del proyecto.
3. Digitales: formulario en línea para comunidades con acceso a internet y mensajería vía WhatsApp oficial del proyecto.

Este enfoque permitirá canalizar cualquier conflicto de forma organizada, evitando la desinformación o el deterioro del vínculo entre el proyecto y la comunidad.

6.7 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO

Tabla 14. Cronograma de actividades y presupuesto

Fase	Actividad	Meses estimados	Costo estimado (Lempiras)
Preparación y acercamiento	Identificación de líderes comunitarios y actores clave	Mes 1	43125.00
	Diseño y producción de materiales informativos	Mes 1-2	20000.00
Información y participación	Charlas comunitarias y talleres	Mes 2-4	142800.00
	Divulgación en redes sociales	Mes 2-4	15000.00
Seguimiento y acompañamiento	Reuniones periódicas de seguimiento	Mes 5-6	43125.00
	Creación del comité de vigilancia comunitaria	Mes 5	60000.00
TOTAL			L 324,050.00

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Para llevar a cabo la estrategia de socialización de manera ordenada y efectiva, se tiene que planificar el tiempo en el que se desarrollarán las actividades y también se debe estimar el presupuesto necesario para ejecutarlas.

El cronograma incluye las fases de preparación, implementación y seguimiento. Por ejemplo, la identificación de líderes y actores comunitarios se debe realizar en el primer mes, ya que es una actividad clave para conocer a fondo las dinámicas locales y garantizar una socialización efectiva. El costo estimado de 43,125 lempiras se determinó a partir de cotizaciones de transporte local, servicios de alimentación y logística obtenidas en 2025 con proveedores de la zona para un grupo de 5 personas haciendo la visita de 1 comunidad en una sola visita.

Tabla 15. Presupuesto para la identificación de líderes

Sitio	Transporte	Comida	Imprevistos	Total
Comunidad 1	4000.00	2250.00	937.50	7187.50
Comunidad 2	4000.00	2250.00	937.50	7187.50
Comunidad 3	4000.00	2250.00	937.50	7187.50
Comunidad 4	4000.00	2250.00	937.50	7187.50
Comunidad 5	4000.00	2250.00	937.50	7187.50
Comunidad 6	4000.00	2250.00	937.50	7187.50
TOTAL				L 43,125.00

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Durante los primeros dos meses también se deben diseñar y producir los materiales informativos, como afiches, trífolios y contenidos digitales. Esto se justifica por la necesidad de

contar con insumos accesibles y comprensibles para toda la población. El presupuesto de esta actividad se estima en 20,000 lempiras e incluye diseño gráfico, impresión y distribución.

Entre los meses dos y cuatro se deben llevar a cabo las charlas comunitarias y talleres, que requieren movilización, personal facilitador, equipo de sonido, alquiler de espacios y refrigerios. Esta es una de las actividades más intensivas en recursos y por ello se estima un costo de 142,800 lempiras, considerando el traslado de un grupo de 10 personas por comunidad.

Tabla 16. Presupuesto para socializar la información

Sitio	Transporte	Comida	Imprevistos	Refrigerios	Total
Comunidad 1	7,500	4,500	1,800.00	10,000.00	23,800.00
Comunidad 2	7,500	4,500	1,800.00	10,000.00	23,800.00
Comunidad 3	7,500	4,500	1,800.00	10,000.00	23,800.00
Comunidad 4	7,500	4,500	1,800.00	10,000.00	23,800.00
Comunidad 5	7,500	4,500	1,800.00	10,000.00	23,800.00
Comunidad 6	7,500	4,500	1,800.00	10,000.00	23,800.00
TOTAL					L 142,800.00

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

De forma paralela, en el mismo periodo, se tiene que invertir en la divulgación a través de medios como redes sociales y carteles en puntos estratégicos. Esta acción facilita que la información llegue a personas que no puedan asistir a los eventos presenciales. El presupuesto sugerido para esta actividad es de 15,000 lempiras.

En la etapa de seguimiento, durante los meses cinco y seis, se debe programar la realización de reuniones periódicas con la comunidad para evaluar el avance de la socialización. Esta acción implica costos por logística, transporte y preparación de informes, por lo cual se estima un valor de 43,125 lempiras, considerando el mismo personal de la **Tabla 15. Presupuesto para la identificación de líderes.**

Finalmente, se recomienda la creación de un comité de vigilancia comunitaria a cargo de los líderes comunitarios en el mes cinco, el cual tendrá como función apoyar el monitoreo de los compromisos adquiridos. Esta acción requerirá una inversión aproximada de 60,000 lempiras para su formación, capacitación básica y como incentivo por la comunicación directa de las comunidades con los representantes del equipo de trabajo.

6.8 CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA

Tabla 17. Concordancia de los segmentos de la tesis con la propuesta

CAPITULO I			CAPITULO II	CAPITULO III			CAPITULO IV	CAPITULO VI	
Título de la investigación	Objetivo General	Objetivos específicos	Teorías metodológicas	Variables	Poblaciones	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la propuesta	Objetivo de la propuesta
PROPUESTA DE SOCIALIZACIÓN DEL IMPACTO DE LA INCORPORACIÓN DE 20 MW DE ENERGÍA GEOTÉRMICA EN EL MUNICIPIO DE SAN IGNACIO, HONDURAS	¿Cómo puede desarrollarse un plan de socialización que informe a la comunidad de San Ignacio sobre el impacto técnico, ambiental y socioeconómico de la incorporación de la energía geotérmica en la matriz energética?	1. ¿Cuál es el impacto técnico que genera la incorporación de energía geotérmica en el sistema interconectado nacional y qué tan viable es su integración desde el punto de vista de eficiencia, estabilidad y confiabilidad?	Teoría de la triangulación	Impacto técnico	Población del municipio de San Ignacio, según el INE para el 2022 la población era de 9,559 personas	Encuestas	El estudio revela que San Ignacio sufre un servicio eléctrico deficiente, con apagones frecuentes y fluctuaciones de voltaje que afectan la vida diaria de sus habitantes. Sin embargo, la simulación demuestra que inyectar 20 MW de energía geotérmica, distribuidos estratégicamente, mejora la estabilidad del sistema, reduce pérdidas y corrige desbalances, fortaleciendo así la red eléctrica local.	Estrategia integral de Socialización del proyecto Geotérmico en el municipio de San Ignacio	Informar, sensibilizar y empoderar a la comunidad de San Ignacio sobre los alcances técnicos, ambientales y sociales del proyecto de generación geotérmica, promoviendo su participación activa y garantizando que el proceso se desarrolle con transparencia, inclusión y respeto por el entorno local.
		2. ¿Qué efectos ambientales genera la energía geotérmica en el ecosistema y la salud local, y cómo pueden mitigarse?	Teoría de la Decisión Multicriterio	Impacto ambiental		Simulaciones de incorporación de potencia en el software DigSilent	El análisis muestra que la planta geotérmica puede generar impactos ambientales si no se gestiona adecuadamente, pero estos son controlables con buenas prácticas. Sin embargo, la comunidad percibe el proyecto con desconfianza por temor a daños en el agua, la salud y el ecosistema, debido a la falta de información. Esto resalta la necesidad de		
			Enfoque de Investigación Mixta						

						fortalecer la comunicación, el diálogo y la participación para lograr aceptación social.	
		3. ¿Cuál es el impacto socioeconómico del proyecto geotérmico en la comunidad de San Ignacio en términos de generación de empleo, desarrollo económico y oportunidades de participación comunitaria?	Análisis de Impacto Multicriterio (AIM)	Impacto socioeconómico		El proyecto geotérmico representa una oportunidad para San Ignacio al generar empleos, impulsar el comercio y atraer inversión, con potencial para mejorar la calidad de vida local. La comunidad ve el proyecto de forma positiva, pero exige condiciones claras: empleo local, beneficios visibles y protección del ambiente y la salud, además de participación activa en las decisiones.	

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

La Prensa. (31 de julio de 2022). *Red eléctrica de Honduras registró casi 6,000 fallos en primeros 7 meses de 2022*. Obtenido de https://www.laprensa.hn/premium/red-electrica-de-honduras-registro-casi-6000-fallos-en-primeros-7-meses-de-2022-HE9363922?utm_source=chatgpt.com

SEN. (2023). *Gobierno invertirá en ampliación y construcción de 15 subestaciones de energía eléctrica*. Obtenido de https://sen.hn/gobierno-invertira-en-ampliacion-y-construccion-de-15-subestaciones-de-energia-electrica/?utm_source=chatgpt.com

SEN. (2023). *Informe Estadístico Anual del Subsector Eléctrico Nacional*. Obtenido de https://sen.hn/wp-content/uploads/2024/08/IEASEN-2023_7.8.2024.pdf

Administración de Información Energética de EE. UU. (EIA). (s. f.). *Administración de Información Energética de EE. UU. (EIA): Estadísticas y análisis independientes*. Recuperado 5 de junio de 2025, de <https://www.eia.gov/state/index.php?sid=GA>

Álvarez, C. A. M. (2011). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA Guía didáctica*.

Ardila, O. L. (2024, enero 5). *ESMAP informe público sobre beneficios socioeconómicos de la geotermia | PiensaGeotermia—Noticias de energía geotérmica*. <https://www.piensageotermia.com/esmap-publica-informe-sobre-beneficios-socioeconomicos-de-la-geotermia/>

BALANCE-ENERGETICO-2022.pdf. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2025, de <https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2023/08/BALANCE-ENERGETICO-2022.pdf>

Banco Mundial. (2021, septiembre). *La participación ciudadana resulta vital para el éxito de los*

- proyectos de energía renovable en Chile*. World Bank.
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2021/09/28/la-participaci-n-ciudadana-resulta-vital-para-el-xito-de-los-proyectos-de-energ-a-renovable-en-chile>
BEN2023-1.pdf. (s. f.). Recuperado 12 de marzo de 2025, de <https://sen.hn/wp-content/uploads/2024/09/BEN2023-1.pdf>
- Berg, R. C., Rubio, J., Guzman, A., & Cohen, K. (2023). *Turning Up the Heat on Geothermal Energy Development in Latin America*. <https://www.csis.org/analysis/turning-heat-geothermal-energy-development-latin-america>
- BID. (2022). *¿CÓMO ENTENDER LA ENERGÍA BAJO TUS PIES?*
- BID | *Energía*. (2025, febrero 17). <https://www.iadb.org/es/quienes-somos/temas/energia>
- Bridge, G., Bouzarovski, S., Bradshaw, M., & Eyre, N. (2013). *Geographies of energy transition: Space, place and the reconfiguration of markets* (pp. 331-340).
- CEPAL. (2023). *Energía renovable en Centroamérica: Situación y perspectivas*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Defensores VS. (2018, julio 6). *Geotérmica activa las alarmas ambientales en el Valle de Siria | Defensores en Línea*. <https://www.defensoresenlinea.com/geotermica-activa-las-alarmas-ambientales-en-el-valle-de-siria/>
- Documentos-CPI-CREE-01-2019_Ley-de-Promoción-a-la-Generación-de-Energía-Eléctrico-con-Recursos-Renovables.pdf*. (s. f.). Recuperado 19 de marzo de 2025, de https://www.cree.gob.hn/wp-content/uploads/2019/02/Documentos-CPI-CREE-01-2019_Ley-de-Promoci%C3%B3n-a-la-Generaci%C3%B3n-de-Energ%C3%ADa-El%C3%A9ctrico-con-Recursos-Renovables.pdf
- Édgar Santoyo, & Rosa María Barragán-Reyes. (2010). *Energía Geotérmica*. 12.

Energyvol1sp.pdf. (s. f.). Recuperado 19 de marzo de 2025, de

<https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-04/documents/energyvol1sp.pdf>

Evaluación de Impacto Ambiental. (2018, noviembre 1). Argentina.gob.ar.

<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/desarrollo-sostenible/evaluacion-ambiental/evaluacion-de-impacto-ambiental>

GEOLEC. (2013). *ENERGIA GEOTERMICA*. [https://appa.es/wp-](https://appa.es/wp-content/uploads/documentacion/Publica_Alta_GeoElec_7_informe.pdf)

[content/uploads/documentacion/Publica_Alta_GeoElec_7_informe.pdf](https://appa.es/wp-content/uploads/documentacion/Publica_Alta_GeoElec_7_informe.pdf)

Geothermal-in-El-Salvador—CEL.pdf. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2025, de

<https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Presentations/Regional-focus/2022/Sep/Geothermal-in-El-Salvador---CEL.pdf>

GLOBAL FOREST WATCH. (2024). *San Ignacio, Honduras, Francisco Morazán*

Deforestation Rates & Statistics | GFW.

<https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/HND/8/19?category=undefined>

ICE. (2023). *INFORME DE ATENCIÓN DE DEMANDA Y PRODUCCIÓN DE*

ELECTRICIDAD CON FUENTES RENOVABLES, COSTA RICA 2023. Instituto Costarricense de Electricidad.

Instituto Nacional de Estadística. (2013). *Censo de población y vivienda 2013*.

[https://www.sgjd.gob.hn/biblioteca-virtual/sgd/perfiles-municipales/08-francisco-morazan-pm/0819/920-0819-francisco-morazan-san-](https://www.sgjd.gob.hn/biblioteca-virtual/sgd/perfiles-municipales/08-francisco-morazan-pm/0819/920-0819-francisco-morazan-san-ignacio/file#:~:text=Con%20base%20en%20las%20proyecciones,49.36%25%20y%2050.64%25%20respectivamente.)

[ignacio/file#:~:text=Con%20base%20en%20las%20proyecciones,49.36%25%20y%2050.64%25%20respectivamente.](https://www.sgjd.gob.hn/biblioteca-virtual/sgd/perfiles-municipales/08-francisco-morazan-pm/0819/920-0819-francisco-morazan-san-ignacio/file#:~:text=Con%20base%20en%20las%20proyecciones,49.36%25%20y%2050.64%25%20respectivamente.)

IRENA. (2021). *IRENA – International Renewable Energy Agency*. <https://www.irena.org/>

Ivonne, G. A. Z. (2017a). *La sustentabilidad de la energía geotérmica y sus impactos*

ambientales.

Ivonne, G. A. Z. (2017b). *La sustentabilidad de la energía geotérmica y sus impactos ambientales.*

Jimenez, V. (2020). *Triangulación metodológica cualitativa y cuantitativa.*

Kristmannsdóttir, H., & Ármannsson, H. (2003). Environmental aspects of geothermal energy utilization. *Geothermics*, 32(4-6), 451-461. [https://doi.org/10.1016/S0375-6505\(03\)00052-X](https://doi.org/10.1016/S0375-6505(03)00052-X)

LaGeo—Energía Geotérmica en El Salvador, centrales. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2025, de http://www.lageo.com.sv/index.html_cat=13&title=Investigacion%20y%20desarrollo&lang=es.html

Magnus Gehringer & Victor Loksha. (s. f.). *MANUAL DE GEOTERMIA: CÓMO PLANIFICAR Y FINANCIAR LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD* (No. 002/12). Programa de asistencia Para la gestión del sector energético.

MINAE. (2021). *Guía para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático utilizando el método Análisis Multicriterio.*

Muñoz, T. G. (s. f.). *EL CUESTIONARIO COMO INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN/EVALUACIÓN.*

Pasquina, M. L. (2024, septiembre 3). *Los movimientos ecologistas fortalecen la democracia y ayudan a mitigar los peores impactos del crecimiento económico.* El País. <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2024-09-03/los-movimientos-ambientales-fortalecen-la-democracia-y-ayudan-a-mitigar-los-peores-impactos-del-crecimiento-economico.html>

Pilar Folgueiras & Bertomeu. (s. f.). *LA ENTREVISTA*.

Rafael Caballero, & Carlos Romero. (s. f.). *TEORÍA DE LA DECISIÓN MULTICRITERIO: UN EJEMPLO DE REVOLUCIÓN CIENTÍFICA KUHNIANA*.

Rafferty, K. (s. f.). *Geothermal Power Generation*.

Secretaria de Energia. (2021). *GEOTERMIA EN HONDURAS* (SECRETARÍA DE ESTADO EN EL DESPACHO DE ENERGÍA).

SICA. (2021). *ESTADO ACTUAL DE LA GEOTERMIA EN LA REGIÓN DE LOS PAÍSES MIEMBROS DEL SICA*. Sistema de la Integración Centroamericana.

Tanja Faller & Rigoberto Salazar. (s. f.). *GEOTERMIA EN HONDURAS. Un análisis de necesidades*.

Troncoso, J. C. G. (s. f.). *Una guía de buenas prácticas*.

Unión de Científicos Preocupados. (2013). *Impactos ambientales de la energía geotérmica*.
<https://www.ucs.org/resources/environmental-impacts-geothermal-energy>

Universidad Nacional Autónoma de & Honduras. (2022). *Perfil Sociodemográfico de San Ignacio*. IIES-UNAH.

USTDA. (s. f.). *Éxito en Honduras: Planta Geotérmica Platanares – USTDA*. Recuperado 5 de junio de 2025, de https://www.ustda.gov/success_story/success-in-honduras-platanares-geothermal-power-plant/

ANEXOS



ANEXO 1. ENCUESTA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La presente encuesta forma parte de un estudio académico cuyo objetivo es conocer la opinión de los ciudadanos del municipio de San Ignacio sobre los posibles impactos sociales, ambientales, económicos y eléctricos de un proyecto de generación de energía geotérmica que podría instalarse en la zona. Su participación es muy importante, ya que permitirá identificar las expectativas, inquietudes y necesidades de la comunidad. Todas las respuestas serán tratadas de forma confidencial y utilizadas únicamente con fines de investigación.

1. Edad:

- 18–25 años
- 26–35 años
- 36–45 años
- 46–55 años
- Más de 55 años

2. Sexo:

- Masculino
- Femenino
- Otro

3. Nivel educativo:

- Sin escolaridad
- Primaria
- Secundaria
- Técnico
- Universitario

4. ¿Cuántos años ha vivido en San Ignacio?

- Menos de 2 años
- Entre 2 y 5 años
- Entre 5 y 10 años
- Entre 10 y 20
- Más de 20
- Toda la vida

PERCEPCION EN EL ASPECTO TECNICO

5. ¿Con qué frecuencia se interrumpe el servicio eléctrico en su comunidad?

- Muy frecuentemente
- Frecuentemente
- Ocasionalmente
- Raramente
- Nunca

6. ¿Cuánto tiempo suelen durar las interrupciones eléctricas?

- Menos de 30 minutos
- Entre 30 minutos y 2 horas
- Más de 2 horas

7. ¿Ha notado fluctuaciones de voltaje en su vivienda?

Sí

No

8. ¿Considera que el suministro eléctrico cubre adecuadamente las necesidades de su comunidad?

Sí

Parcialmente

No

9. ¿Cree que una planta geotérmica puede mejorar el servicio eléctrico en su comunidad?

Sí

No

No sabe

10. ¿Considera que el sistema eléctrico actual puede adaptarse a nuevas fuentes como la geotérmica?

Sí

No

No sabe

11. ¿Es importante para usted que la planta esté correctamente sincronizada con la red nacional?

Sí

No

No Sabe

12. ¿Le preocupa que una planta geotérmica pueda causar inestabilidad en el servicio eléctrico?

- Sí
- No
- No sabe

13. ¿Cree que se deben implementar sistemas de protección y automatización en este tipo de proyectos para evitar fallas eléctricas?

- Sí
- No
- No sabe

PERCEPCION EN EL ASPECTO AMBIENTAL

14. ¿Le preocupa que el proyecto afecte la calidad del agua en su comunidad?

- Sí
- No
- No sabe

15. ¿Ha notado o teme cambios en la temperatura de ríos o fuentes de agua cercanas?

- Sí
- No

16. ¿Cree que este tipo de proyecto generaría vertidos que contaminen el agua?

- Sí
- No

17. ¿Está de acuerdo con que el proyecto utilice agua del entorno para su funcionamiento?

- Sí
- No

18. ¿Cree que el proyecto podría causar erosión del suelo en la zona?

Sí

No

19. ¿Cree que este tipo de proyecto puede contaminar el terreno por el uso productos químicos?

Sí

No

20. ¿Cree que se verá afectada la vegetación local si se desarrolla este proyecto?

Sí

No

21. ¿Cree que podrían formarse fisuras o grietas en el terreno si se desarrolla este proyecto?

Sí

No

22. ¿Conoce que estos proyectos pueden emitir gases como dióxido de carbono o sulfuro de hidrógeno?

Sí

No

No estoy seguro

23. ¿Le preocupa que el proyecto emita olores desagradables en la comunidad?

Sí

No

24. ¿Le preocupa que se generen ruidos o vibraciones por la planta mientras se construye y mientras opera?

Sí

No

25. ¿Considera que este proyecto podría alterar el clima local (aumento de calor en la zona)?

Sí

No

PERCEPCION EN EL ASPECTO SOCIECONOMICO

26. ¿Cree que el proyecto generará empleos directos e indirectos en San Ignacio?

Sí

No

No sabe

Si su respuesta es 'No', por favor indique el motivo:

Creo que la mayoría de los empleos serán ocupados por personas de fuera del municipio

Considero que los puestos generados serán temporales y de poca estabilidad

No tengo evidencia clara de que el proyecto incluirá oportunidades laborales reales para la comunidad

27. ¿Qué tipo de empleo espera que se genere principalmente?

Calificado

No calificado

Ambos

28. ¿Cree que los empleos deben ofrecer contratos duraderos?

Sí

No

29. ¿Considera importante que se contrate personal del municipio prioritariamente?

Sí

No

30. ¿Cree que el proyecto aumentará los ingresos generales de la comunidad?

Sí

No

Si su respuesta es 'No', por favor indique el motivo:

Considero que los beneficios económicos se concentrarán en pocas personas o empresas

No creo que el proyecto tenga un impacto directo en la economía local

Dudo que los ingresos generados se reinviertan en la comunidad

31. ¿Piensa que el desarrollo de este proyecto puede permitir desarrollar nuevos negocios, atraer inversión al municipio?

Sí

No

32. ¿Piensa que este tipo de proyectos puede diversificar la economía local?

Sí

No

33. ¿Ha recibido información directa u oficial sobre este proyecto?

Sí

No

Solo por rumores

34. ¿Le gustaría que se realizara una consulta pública antes de iniciar el proyecto?

Sí

No

No sabe

35. ¿Confía en que las autoridades supervisarán adecuadamente este tipo de proyectos?

Sí

No

Parcialmente

36. ¿Espera que el proyecto incluya programas sociales (educación, salud, apoyo a grupos vulnerables)?

Sí

No

37. ¿Cree que este proyecto traerá beneficios reales a su comunidad?

Sí

No

38. ¿Cree que habrá mejoras en carreteras, escuelas o edificios públicos debido al proyecto?

Sí

No

39. ¿Cree que debe incluirse apoyo a la cultura o educación local como parte del beneficio del proyecto?

Sí

No

40. RESPUESTA ABIERTA

GLOSARIO

- **Aporte energético:** Contribución de una fuente de energía (como la geotérmica) al sistema eléctrico nacional.
- **Barra de distribución:** Punto físico en una subestación donde se conectan y distribuyen diferentes líneas eléctricas.
- **Caída de voltaje:** Reducción del nivel de voltaje conforme la energía eléctrica se traslada a través de un circuito, especialmente en largas distancias.
- **Desbalance de fases:** Situación en que las tres fases de un sistema eléctrico no transportan la misma carga, lo que puede generar inestabilidad o pérdidas.
- **Energía geotérmica:** Energía renovable que se obtiene del calor interno de la Tierra, aprovechado mediante vapor o agua caliente subterránea.
- **ENEE (Empresa Nacional de Energía Eléctrica):** Institución estatal encargada de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en Honduras.
- **Impacto ambiental:** Efecto que un proyecto puede causar sobre el entorno natural, como el suelo, el aire, el agua, la flora y la fauna.
- **Impacto socioeconómico:** Cambios que un proyecto puede provocar en las condiciones de vida, empleo, educación o economía de una comunidad.
- **Perfil de carga:** Representación del comportamiento de la demanda eléctrica en un sistema o zona durante un período determinado.
- **Perdidas eléctricas:** Energía que se pierde en forma de calor u otras formas al ser transportada a través de cables o transformadores.
- **Punto de conexión:** Sitio físico en una red eléctrica donde se integran nuevas fuentes de generación (como una planta geotérmica).
- **p.u. (por unidad):** Sistema de medición normalizado utilizado en ingeniería eléctrica para comparar valores eléctricos en forma relativa.
- **SIN (Sistema Interconectado Nacional):** Red eléctrica nacional que permite el suministro continuo de energía a nivel país mediante la conexión de distintas plantas generadoras.

- **Socialización comunitaria:** Proceso mediante el cual se informa, consulta y promueve la participación de la población ante un proyecto.
- **Subestación eléctrica:** Infraestructura donde se transforma y distribuye energía eléctrica, y se conecta al sistema de transmisión o distribución.
- **Voltaje nominal:** Valor de referencia o estándar al que se diseña operar un sistema eléctrico (ej. 34.5 kV).