



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN DESARROLLO SOSTENIBLE

MODALIDAD: PROYECTO DE DESARROLLO

Título:

**Desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia de
protección y recuperación del páramo San Isidro, Cantón Pujilí, Provincia de
Cotopaxi**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magister en Gestión
Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible

Autor:

Mena Pástor Johny Adrián, Ing.

Tutor

Cajas Cayo Isaac Eduardo, M.Sc.

LATACUNGA – ECUADOR

2024


APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación " Desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia de protección y recuperación del páramo San Isidro, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi" presentado por Johny Adrián Mena Pástor, para optar por el título magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

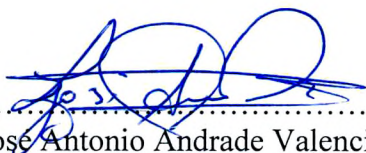
Latacunga, mayo, 08, 2024


.....
Ing. Isaac Eduardo Cajas Cayo, M.Sc.
C.C.: 0502205164

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: Desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia de protección y recuperación del páramo San Isidro, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, mayo, 08, 2024



.....
Ing. José Antonio Andrade Valencia, Ph.D.
CC: 0502524481
Presidente del tribunal



.....
Lic. Manuel Patricio Clavijo Cevallos, Ph.D.
CC: 0501444582
Lector 2



.....
Ing. Oscar Rene Daza Guerra, M.Sc.
CC: 0400689790
Lector 3

DEDICATORIA

A mi amada hija Amelia que fue mi luz de superación en mi vida y el motivo de seguir avanzando cada día.

A mis amados padres Johny e Ivone por ser mi fuerza, mi escudo, mi alumbrar, y mi ejemplo a seguir de amor, paz, sabiduría y lealtad.

A mis hermanos Paulina y Jorge que han sido testigos de superación a mis sueños y objetivos de vida.

Y María Mercedes que ha sido mi aliento y mi inspiración para ser buena persona cada día.

Johny Mena Pástor

AGRADECIMIENTO

A mis padres Johny e Ivone que con tanto esfuerzo me ayudaron a cumplir uno de mis objetivos que ahora se hacen realidad, ya que siempre me guiaron y estuvieron en los momentos más difíciles de mi vida. A mis hermanos Paulina y Jorge que con su apoyo y motivación me ayudaron a seguir adelante motivando para no quedarme atrás.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, a sus docentes por brindarme su conocimiento PhD. Antonio Andrade, PhD. Patricio Clavijo, Mg. Isaac Cajas que con su ayuda no hubiera podido culminar esta investigación.

Johny Mena Pástor

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

Latacunga, mayo, 08, 2024

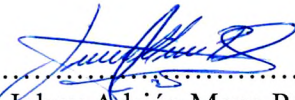


.....
Ing. Johny Adrián Mená Pástor
0503572133

RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

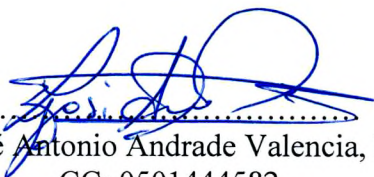
Latacunga, mayo, 08, 2024


.....
Ing. Johny Adrián Mena Pástor
0503572133

AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: " Desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia de protección y recuperación del páramo San Isidro, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi ", contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los miembros del tribunal en la pre defensa.

Latacunga, mayo, 08, 2024


.....
Ing. José Antonio Andrade Valencia, Ph.D.
CC: 0501444582

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN
DESARROLLO SOSTENIBLE

TEMA: "Desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia de protección y recuperación del páramo San Isidro, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi "

Autor: Mena Pástor Johny Adrián Ing.

Tutor: Cajas Cayo Isaac Eduardo M.Sc.

RESUMEN

El proyecto se enfoca en el desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia de protección y recuperación del páramo San Isidro en el Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi. El objetivo principal de este proyecto fue desarrollar indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia de protección y recuperación del páramo San Isidro, Cantón Pujilí. Los objetivos específicos incluyeron el diagnóstico del estado actual del páramo, el desarrollo de un modelo local utilizando la metodología PER (Presión, Estado, Respuesta) y la generación de indicadores de sostenibilidad ambiental. La metodología empleada combinó técnicas cualitativas, incluyendo el uso de tecnologías geoespaciales como el Sistema de Posicionamiento Global y Sistemas de Información Geográfica para la recopilación y análisis espacial de datos ambientales y socioeconómicos. Se aplicó un enfoque participativo, integrando la perspectiva de la comunidad local en el desarrollo de indicadores. Los resultados revelaron una interdependencia significativa entre la salud ecológica del páramo y el bienestar socioeconómico de las comunidades circundantes. Los veinte y cuatro indicadores de sostenibilidad propuestos reflejan esta relación, abarcando aspectos como la calidad del agua, cobertura vegetal, biodiversidad y cambios en el uso del suelo. El proyecto destaca la utilidad de los indicadores de sostenibilidad ambiental en la monitorización efectiva de la salud ecológica del páramo San Isidro y en la promoción de un manejo ambiental informado. Se recomienda la adopción de estos indicadores por parte de la Prefectura de Cotopaxi y el GAD de Pujilí, para integrarlos en sus políticas y prácticas de conservación, asegurando un enfoque holístico y efectivo hacia la sostenibilidad ambiental. Esta iniciativa representa un paso significativo hacia la conservación a largo plazo de uno de los ecosistemas más valiosos y vulnerables, proveyendo un modelo replicable para otras áreas protegidas en Ecuador y en la región andina. La implementación de los indicadores permitirá a las autoridades locales y a los actores involucrados tener una comprensión más clara y cuantificable de los impactos de las actividades humanas sobre el ecosistema del páramo, favoreciendo la toma de decisiones basadas en evidencia para su manejo y restauración.

Palabras clave: Biodiversidad, Frontera agrícola, PER.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON MENCIÓN EN DESARROLLO
SOSTENIBLE

Title: "Development of environmental sustainability indicators as a strategy for the protection and recovery of the San Isidro paramo, Canton of Pujilí, Cotopaxi Province"

Autor: Mena Pástor Johny Adrián Ing.

Tutor: Cajas Cayo Isaac Eduardo M.Sc.

ABSTRACT

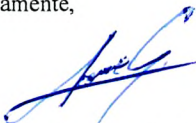
The project focuses on the development of environmental sustainability indicators as a strategy for the protection and recovery of the San Isidro paramo in Pujilí Canton, Cotopaxi Province. The main objective of this project was to develop environmental sustainability indicators as a protection and recovery strategy for the San Isidro paramo, Canton Pujilí. The specific objectives included diagnosis of the current state of the paramo, the development of a local model using the PER (Pressure, State, Response) methodology, and the generation of environmental sustainability indicators. The methodology employed combined qualitative techniques, including the use of geospatial technologies such as the Global Positioning System and Geographic Information Systems for the collection and spatial analysis of environmental and socioeconomic data. A participatory approach was applied, integrating the perspective of the local community in the development of indicators. The results revealed a significant interdependence between the ecological health of the paramo and the socioeconomic well-being of the surrounding communities. The twenty-four proposed sustainability indicators reflect this relationship, covering aspects such as water quality, vegetation cover, biodiversity, and land use changes. The project highlights the usefulness of environmental sustainability indicators in effectively monitoring the ecological health of the San Isidro paramo and promoting informed environmental management. It recommends the adoption of these indicators by the Prefecture of Cotopaxi and the GAD of Pujilí, to integrate them into their conservation policies and practices, ensuring a holistic and effective approach to environmental sustainability. This initiative represents a significant step toward the long-term conservation of one of the most valuable and vulnerable ecosystems, providing a replicable model for other protected areas in Ecuador and the Andean region. The implementation of the indicators will allow local authorities and stakeholders to have a clearer and more quantifiable understanding of the impacts of human activities on the paramo ecosystem, supporting evidence-based decision-making for its management and restoration.

Keywords: Biodiversity, Agricultural Frontier, PER.

Yo, Josue Gustavo Gavilánez Guerrero con cédula de identidad número: 1804846531 Licenciado en Pedagogía del idioma Inglés, con número de registro de la SENESCYT ; 1010-2022-2443082. **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma Inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: "Desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia de protección y recuperación del páramo San Isidro, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi" de: Mena Pástor Johny Adrián, aspirante a Magíster en la Maestría en Gestión Ambiental con Mención en Desarrollo Sostenible.

Latacunga, Mayo del 2024.

Atentamente,



Lic. Josue Gustavo Gavilánez Guerrero
1804846531

INDICE DE CONTENIDO

INFORMACIÓN GENERAL.....	1
INTRODUCCIÓN	2
JUSTIFICACIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
Pregunta de investigación	5
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos	5
Sistematización de objetivos	5
CAPÍTULO I.....	7
1. FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA.....	7
1.1. Páramo.....	7
1.1.1. Definición	7
1.1.2. Páramos del Ecuador	7
1.1.3. Páramos de Cotopaxi	8
1.1.4. Importancia de los páramos	8
1.1.5. Actividades antropogénicas en los páramos	8
1.2. Sostenibilidad.....	9
1.2.1. Concepto	9
1.2.2. Sostenibilidad Social.....	9
1.2.3. Sostenibilidad Ambiental.....	10
1.2.4. Sostenibilidad Económica.....	10
1.3. Indicadores	10
1.3.1. Indicadores de sostenibilidad.....	10
1.3.2. Estadística Ambiental	11
1.3.3. Indicadores ambientales.....	11
1.3.4. Características de los Indicadores Ambientales.....	12
1.3.5. Ejemplos de Indicadores Ambientales.....	12
1.3.5.1. Índice de bienestar económico sostenible (BIES).....	12
1.3.5.2. Índice de sostenibilidad ambiental (ISA)	13
1.3.5.3. Índice de desempeño ambiental (EPI).....	13

1.3.5.4.	Huella ecológica (HE)	14
1.3.5.5.	Huella de carbono	14
1.3.5.6.	Huella Hídrica	14
1.3.5.7.	Huella Social	15
1.3.5.8.	Indicadores Rurales	15
1.3.5.9.	Indicadores Urbanos	15
1.4.	Técnica Presión – Estado – Respuesta (PER)	16
1.5.	MARCO LEGAL	16
CAPÍTULO II.		19
2. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN		19
2.1.	Diseño de la Investigación	19
2.2.	Modalidad de la Investigación	19
2.3.	Métodos	19
2.3.1.	Método Descriptivo	19
2.3.2.	Método Bibliográfico	19
2.3.3.	Método Analítico	20
2.3.4.	Procesamiento de Datos	20
2.3.5.	Investigación cualitativa	20
2.4.	Técnicas	21
2.4.1.	Técnica de Observación	21
2.4.2.	Técnica de Recolección de Datos – Encuesta	21
2.5.	INSTRUMENTOS.....	22
2.6.	Población y muestra.....	22
2.6.1.	Población:	22
2.6.3.	Muestra:	22
2.7.	Método PER.....	23
CAPÍTULO III.		24
3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS		24
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO UBICACIÓN.	24
3.1.1.	Ubicación.....	24
3.1.2.	Hidrografía	25
3.1.3.	Climatología	26

3.1.4. Pendiente	28
3.1.5. Cobertura vegetal	29
3.1.6. Erosión.....	31
3.1.7. Aire	32
3.1.8. Flora.....	32
3.1.8. Fauna	33
3.2. COMPONENTE SOCIAL.....	34
3.2.1. Salud.....	34
3.2.2. Educación	34
3.2.3. Economía.....	35
3.3. ENCUESTAS	36
3.3.1. Tabulación de Encuestas	36
3.4. Indicadores de sostenibilidad ecológica en respuesta a los desafíos ambientales presentes en el área de investigación.	46
3.5. Implementación de acciones enfocadas en el establecimiento de indicadores para la sostenibilidad.	51
3.6. PREGUNTA CIENTÍFICA.....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
Conclusiones.....	61
Recomendaciones	62
BIBLIOGRAFÍA	63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistematización de objetivos.....	5
Tabla 2. Creación de indicadores de sostenibilidad ecológica en respuesta a los desafíos ambientales presentes en el área de investigación	47
Tabla 3. Implementación de acciones enfocadas en el establecimiento de indicadores para la sostenibilidad.	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio.	25
Figura 2. Mapa de hidrografía del páramo San Isidro	26
Figura 3. Mapa de tipos de clima del páramo San Isidro.....	27
Figura 4. Mapa de pendientes del páramo San Isidro.	29
Figura 5. Mapa de cobertura vegetal del páramo San Isidro	30
Figura 6. ¿Cuáles son las principales actividades en la zona?	37
Figura 7. ¿Qué actividades considera usted que está produciendo cambios en el páramo?	38
Figura 8. ¿Cuál sería un problema ambiental específico que le preocupe?	39
Figura 9.¿Cree usted que se debe promover el turismo comunitario?	40
Figura 10. ¿Cree usted que los habitantes locales tienen responsabilidad de conservar el páramo?.....	41
Figura 11.¿Qué acciones cree usted que podrían contribuir a resolver problemas ambientales en el páramo?	42
Figura 12.¿Qué tipo de actividades de conservación le gustaría que se implementen en el páramo?	43
Figura 13. ¿Conoce usted para que son importantes los bioindicadores ambientales?.....	44
Figura 14.¿Cree usted que se debería dar apertura a técnicos ambientales para la conservación del páramo?.....	45
Figura 15. ¿Qué tipo de incentivos considera importante para la conservación y protección del páramo?	46

INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia de protección y recuperación del páramo San Isidro, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi.

Línea de investigación:

Conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad y los recursos naturales.

Proyecto de investigación asociado:

Sostenibilidad Ambiental en comunidades de la provincia de Cotopaxi y la región 3 del Ecuador.

Grupo de Investigación:

Tutor de Titulación: Ing. Cajas Cayo Isaac Eduardo, M.Sc.

Estudiante: JohnyAdriàn Mena Pàstor, Ing.

Red nacional o internacional: Ninguna

INTRODUCCIÓN

El páramo San Isidro, ubicado en el cantón Pujilí, en la provincia de Cotopaxi, es uno de los ecosistemas más importantes del país debido a su alta biodiversidad y a su papel fundamental en la regulación hidrológica y climática de la región. Sin embargo, este ecosistema se enfrenta a diversos desafíos ambientales que ponen en riesgo su sostenibilidad a largo plazo, como la expansión de la frontera agrícola, la sobreexplotación de los recursos naturales, el cambio climático y la contaminación.

En este contexto, el desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental se ha convertido en una estrategia clave para la protección y recuperación del páramo San Isidro. Estos indicadores permiten medir y comparar el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema y evaluar la eficacia de las políticas y estrategias para su protección y recuperación.

En este sentido, el objetivo del proyecto es Desarrollar indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia de protección y recuperación del páramo San Isidro, Cantón Pujilí. Se pretende examinar la situación actual del páramo y los desafíos ambientales que enfrenta, así como el papel que juegan los indicadores de sostenibilidad ambiental en la evaluación y monitoreo de su estado y en la definición de políticas y estrategias para su protección y recuperación.

Se realizó una revisión de la situación actual del ecosistema, a su vez se presentó el concepto de sostenibilidad ambiental y su relación con el desarrollo de indicadores. Se examinó las características de los indicadores de sostenibilidad ambiental y su importancia para la evaluación y monitoreo del estado ambiental del páramo San Isidro.

Se describió el proceso de desarrollo del indicador de sostenibilidad ambiental para el páramo San Isidro, la recolección y análisis de los datos y la elaboración de informes y evaluaciones. Se presentó algunos ejemplos de indicadores específicos para el páramo, tales como la cobertura vegetal, la calidad del agua, la biodiversidad y el impacto de la actividad humana.

JUSTIFICACIÓN

La protección, conservación y uso sostenible de los recursos naturales en los páramos de Ecuador, como el páramo de San Isidro en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, no solo representaron una prioridad a nivel mundial y nacional por su gran importancia social, cultural, ecológica y económica, sino que también se alinearon con las iniciativas locales de manejo y conservación. Estas iniciativas, respaldadas por estudios como el de (Cáceres, 2019) subrayaron la necesidad urgente de desarrollar estrategias sostenibles que permitieron a las comunidades locales contribuir activamente a la conservación de sus entornos naturales, beneficiándose de estos esfuerzos de manera sostenible. Los beneficiarios directos de esta investigación fueron las comunidades locales aledañas al páramo de San Isidro, que dependieron directamente de los servicios ecosistémicos que este proporcionó, como la regulación hídrica y la biodiversidad. Además, organismos de gestión ambiental a nivel local, regional y nacional pudieron utilizar los indicadores de sostenibilidad ambiental desarrollados en este estudio como herramienta para la toma de decisiones, la planificación del uso del suelo, y la implementación de políticas de conservación más eficaces. (M. Camacho, 2013)

El aporte de los beneficiarios incluyó la participación en el proceso de investigación mediante encuestas y entrevistas, proporcionando información vital sobre las prácticas actuales de uso del suelo, percepciones sobre la conservación y las necesidades locales. Este intercambio de conocimientos entre la academia y la comunidad no solo colaboró en la investigación, sino que también fomentó un sentido de propiedad y compromiso con las estrategias de conservación propuestas, asegurando su éxito y sostenibilidad a largo plazo. Este estudio no solo contribuyó al cuerpo académico sobre la conservación de los páramos en Ecuador, sino que también empoderó a las comunidades locales y a los gestores ambientales con herramientas prácticas y conocimientos para la protección y recuperación sostenible del páramo de San Isidro, beneficiando a la sociedad ecuatoriana en su conjunto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de conciencia ambiental sobre la conservación de los páramos y uso de los recursos naturales, podrían causar un mal uso de los mismos y por ende reducir la capacidad de los ecosistemas. El generar indicadores ambientales ayuda alcanzar un desarrollo sostenible a los problemas ambientales en los páramos ecuatorianos.

Debido al crecimiento poblacional, los seres humanos han provocado cambios profundos en los ecosistemas, las actividades humanas como la ganadería, la quema de pajonales, deforestación, pastoreo y expansión de frontera agrícola, ponen en alerta a la supervivencia de ecosistema y por ende el recurso hídrico a la población que se satisface del mismo.

El Ecuador es un país megadiverso, posee una gran riqueza natural, la cual, siendo un país privilegiado no cuenta con alguna herramienta que regulen y midan los problemas ambientales en estas áreas importantes para la conservación de los recursos de una manera adecuada.

La provincia de Cotopaxi abarca un 37 % total de páramos a nivel nacional, pero la falta de educación ambiental ha generado un impacto negativo en el cuidado y conservación del mismo, la falta de conocimiento, planificación, manejo de ecosistemas generan un alto riesgo de desaparición, la falta de herramientas y apoyo de las autoridades son escasas para la conservación de los páramos de Cotopaxi.

El páramo San Isidro ubicado en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi es un páramo declarado como área de protección hídrica. Lastimosamente este páramo se encuentra expuesto a las actividades antropogénicas de la comunidad San Isidro, ya que hace de ella actividades como agricultura, ganadería, quema de pajonal, pastoreo siendo estos los principales problemas ambientales.

El problema de investigación se enfoca sobre: ¿El crecimiento de la frontera agrícola en el páramo San Isidro incide en los procesos de degradación del ecosistema?

Pregunta de investigación

¿El establecimiento de un modelo de sistema de indicadores ambientales servirán de herramienta para la conservación del páramo de la comunidad de San Isidro, como un aporte para la toma de decisiones en el cuidado del mismo?

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

- Desarrollar indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia de protección y recuperación del páramo San Isidro, Cantón Pujilí.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual del páramo San isidro del cantón Pujilí.
- Desarrollar un modelo local utilizando la metodología PER (Presión, estado, respuesta) para la evaluación sostenible del páramo San Isidro.
- Generar indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia para la recuperación y protección del páramo San Isidro.

Sistematización de objetivos

Tabla 1.

Sistematización de objetivos

Objetivos	Actividades	Metodología	Resultados
1.Diagnosticar el estado actual del páramo San Isidro del cantón Pujilí.	Revisión bibliográfica. Visita in situ al páramo San Isidro Georreferenciación del sitio de estudio. Determinación de los factores ambientales existentes en el páramo.	Compilación de información de fuentes primarias y secundarias. Aplicación del programa QGis. Aplicación del indicador ambiental, modelo de Presión, Estado y Respuesta (PER).	Levantamiento de de información de una línea base

<p>2.Desarrollar un modelo local utilizando la metodología PER (Presión, estado, respuesta) para la evaluación sostenible del páramo San Isidro.</p>	<p>Revisión de la Metodología PER (Presión, estado y respuesta), como herramienta de evaluación de la sostenibilidad.</p>	<p>Estado actual del páramo San Isidro,del cantón Pujilí.</p>
<p>3.Generar indicadores de sostenibilidad ambiental como estrategia para la recuperación y protección del páramo San Isidro.</p>	<p>Elaboración de Metodología PER (Presión, estado y respuesta) con base a los resultados obtenidos.</p>	<p>Listado de indicadores de sostenibilidad ambiental para el páramo San Isidro</p>

CAPÍTULO I.

1. FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA

1.1.Páramo

1.1.1. Definición

Un páramo es un ecosistema de alta montaña que se encuentra en regiones tropicales y subtropicales, en áreas de clima frío y húmedo. Es una zona de transición entre los bosques y las nieves perpetuas de las cumbres más elevadas. Los páramos suelen presentar una vegetación rala y baja, con arbustos y pastizales, y están ubicados a altitudes superiores a 3.000 metros sobre el nivel del mar. Estos ecosistemas son importantes para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento del suministro de agua dulce para la población, ya que funcionan como reguladores naturales de los ciclos hidrológicos. (Schmid & Luteyn, 1999)

1.1.2. Páramos del Ecuador

Los páramos en Ecuador son ecosistemas de alta montaña ubicados en la región andina. Estos ecosistemas se caracterizan por su clima frío y húmedo, con una gran cantidad de niebla y lluvia durante todo el año.

Algunos de los páramos más importantes de Ecuador son el Parque Nacional Sangay, el Parque Nacional Cajas, el Parque Nacional Podocarpus y la Reserva Ecológica Antisana, entre otros. Estos lugares ofrecen oportunidades para realizar actividades de ecoturismo y senderismo, y permiten a los visitantes experimentar la belleza natural y la diversidad biológica de los páramos en Ecuador. (Urgiles et al., 2015)

1.1.3. Páramos de Cotopaxi

Los páramos de la provincia de Cotopaxi constituyen un ecosistema único y delicado, distinguible por una serie de características que lo diferencian notablemente de otros entornos. Una de las particularidades más destacadas de estos páramos es su clima, el cual experimenta cambios radicales conforme se incrementa la altitud. En estas alturas, las temperaturas son frías y sujetas a variaciones significativas, presentando fluctuaciones bruscas entre el día y la noche. Las temperaturas pueden oscilar entre los 0°C y los 20°C, dependiendo de la altitud y de la época del año. (M. Camacho, 2013)

1.1.4. Importancia de los páramos

Los páramos son ecosistemas de alta montaña ubicados en regiones tropicales y subtropicales, que se caracterizan por su alta biodiversidad y por proveer servicios ecosistémicos esenciales para la población humana y la naturaleza. Entre las funciones ecológicas más importantes de los páramos, se encuentran la regulación del ciclo hidrológico, la conservación de la biodiversidad, la protección de los suelos y la mitigación del cambio climático. Los páramos son responsables de producir agua de alta calidad que abastece a una gran cantidad de comunidades cercanas y son esenciales para la sostenibilidad de la agricultura y la ganadería de las regiones aledañas. Además, los páramos son el hogar de una gran variedad de especies animales y vegetales endémicas, muchas de las cuales son importantes para la medicina y la industria farmacéutica. (Cuesta et al., 2016)

Es por eso que su conservación y preservación son de vital importancia para las generaciones presentes y futuras.

1.1.5. Actividades antropogénicas en los páramos

La ganadería: La ganadería extensiva es una de las principales actividades económicas en los páramos ecuatorianos, lo que ha llevado a una sobreexplotación de los pastos y la degradación de los suelos.

Agricultura: El cultivo de papa y otros cultivos de subsistencia en las zonas altas de los páramos ha llevado a la erosión del suelo, la pérdida de la biodiversidad y la contaminación del agua.

Minería: La minería a pequeña escala en los páramos ha generado la degradación de los suelos, la contaminación de los ríos y la destrucción del hábitat de especies nativas.

Turismo: El turismo mal gestionado puede generar la degradación de los ecosistemas naturales, la erosión de senderos y la contaminación de los ríos y lagos.

Infraestructura vial: La construcción de carreteras y caminos en los páramos puede generar la fragmentación de hábitats, la pérdida de suelos y la contaminación del agua.

Estas actividades tienen un impacto negativo en la biodiversidad, la calidad del agua, el ciclo hidrológico y la estabilidad de los suelos, lo que a su vez afecta a las comunidades que dependen de estos ecosistemas para su subsistencia. (Rojas & Romo, 2022)

1.2.Sostenibilidad

1.2.1. Concepto

La sostenibilidad se refiere a la capacidad de mantenerse o perdurar en el tiempo sin agotar los recursos naturales, económicos o sociales de una determinada comunidad o sistema. En términos más amplios, la sostenibilidad se refiere a un enfoque integral que busca la conservación de los recursos naturales y la promoción del bienestar social y económico a largo plazo, sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. (Guanabara et al., n.d.)

1.2.2. Sostenibilidad Social

La sostenibilidad social se refiere a la capacidad de una sociedad para satisfacer las necesidades presentes y futuras de sus miembros, al mismo tiempo que se promueve el bienestar y la calidad de vida de la comunidad en su conjunto. La sostenibilidad social implica la creación de sistemas y prácticas que fomenten la equidad, la justicia social, el desarrollo económico y la protección del medio ambiente. (UNDESA & UNITAR, 2020)

La sostenibilidad social se preocupa por la manera en que las decisiones y acciones sociales impactan en la calidad de vida de las personas y las comunidades a largo plazo, y busca garantizar que las necesidades y derechos básicos de la población sean atendidos y protegidos.

1.2.3. Sostenibilidad Ambiental

La sostenibilidad ambiental es un concepto clave en la gestión de los recursos naturales y el desarrollo económico y social, ya que busca equilibrar el progreso humano con la conservación del medio ambiente. Para lograr la sostenibilidad ambiental, es necesario promover prácticas y políticas que fomenten la reducción del consumo de recursos, el reciclaje y la reutilización de materiales, la protección de la biodiversidad, la utilización de fuentes de energía renovable y la minimización de la contaminación ambiental. (Gass, 2007)

La sostenibilidad ambiental se refiere a la capacidad de un sistema o comunidad para mantener un equilibrio y armonía entre las necesidades humanas y la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente. Esto implica una gestión responsable y consciente de los recursos naturales, la reducción de la huella ecológica y la protección de la biodiversidad.

1.2.4. Sostenibilidad Económica

La sostenibilidad económica se trata de mantener un equilibrio entre el crecimiento económico, la protección del medio ambiente y el bienestar social, de modo que las generaciones presentes y futuras puedan disfrutar de una calidad de vida adecuada sin agotar los recursos naturales y sin dejar una carga excesiva a las generaciones futuras.

Para lograr la sostenibilidad económica es necesario tomar en cuenta factores como la gestión responsable de los recursos naturales, la promoción de tecnologías limpias, la implementación de políticas que fomenten la innovación y el desarrollo sostenible, así como la promoción del comercio justo y la equidad social. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014)

Todo esto se puede lograr a través de una planificación y gestión cuidadosa de la economía, con el objetivo de crear un equilibrio entre el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental y social.

1.3.Indicadores

1.3.1. Indicadores de sostenibilidad

Los indicadores de sostenibilidad son medidas o herramientas utilizadas para evaluar y monitorear el progreso hacia la sostenibilidad en diferentes áreas, como

la economía, el medio ambiente, la sociedad y la cultura. Estos indicadores proporcionan información cuantitativa y cualitativa sobre el desempeño de una organización, comunidad o país en términos de sostenibilidad. Los indicadores de sostenibilidad pueden ser utilizados para medir el impacto ambiental de una actividad, el uso de recursos naturales, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la calidad de vida de las personas, entre otros aspectos relevantes. También pueden ser utilizados para evaluar el progreso hacia los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por las Naciones Unidas. (Quiroga, 2007)

Los indicadores de sostenibilidad son una herramienta importante para la toma de decisiones sostenibles, ya que permiten medir y comparar el impacto de diferentes opciones y estrategias. Además, pueden ser utilizados para informar a los consumidores y a los ciudadanos sobre la sostenibilidad de los productos y servicios que adquieren y para fomentar la transparencia y la responsabilidad en las empresas y en las organizaciones públicas.

1.3.2. Estadística Ambiental

La estadística ambiental es una rama de la estadística que se enfoca en la recolección, análisis e interpretación de datos ambientales, es importante para la toma de decisiones informadas en política ambiental, planificación urbana, gestión de recursos naturales y otras áreas relacionadas con el medio ambiente. Los datos recopilados por los científicos ambientales se utilizan para evaluar el impacto humano en el medio ambiente y para desarrollar políticas y estrategias para reducir este impacto. (De Leeuw, 2009)

1.3.3. Indicadores ambientales

Los indicadores ambientales son medidas que se utilizan para evaluar el estado del medio ambiente y su capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos a largo plazo. Estos indicadores pueden medir aspectos como la calidad del agua, la calidad del aire, la biodiversidad, el cambio climático y otros factores ambientales relevantes. (Quiroga, 2007)

Los indicadores ambientales son herramientas que se utilizan para medir y monitorear el estado del medio ambiente y su capacidad para satisfacer las necesidades humanas y de la naturaleza a largo plazo.

1.3.4. Características de los Indicadores Ambientales

Los indicadores ambientales son herramientas que permiten medir, evaluar y comunicar el estado y las tendencias del medio ambiente y su relación con las actividades humanas. Algunas de las características de los indicadores ambientales son:

- **Relevancia:** Los indicadores deben estar directamente relacionados con el tema que se quiere medir, ser significativos y estar basados en datos precisos y verificables.
- **Sensibilidad:** Los indicadores deben ser capaces de detectar cambios en el medio ambiente y en las actividades humanas que puedan afectarlo.
- **Representatividad:** Los indicadores deben reflejar de manera adecuada y completa la situación ambiental que se está evaluando.
- **Consistencia:** Los indicadores deben ser coherentes con los objetivos de la evaluación ambiental, así como con las normas y estándares establecidos.
- **Actualidad:** Los indicadores deben estar basados en datos actualizados y pertinentes para el período que se está evaluando.
- **Sencillez:** Los indicadores deben ser claros y fáciles de entender para el público en general, sin perder precisión en su medición.
- **Capacidad de comparación:** Los indicadores deben permitir la comparación entre distintas áreas geográficas, períodos de tiempo o grupos de población.
- **Integración:** Los indicadores deben ser capaces de integrar diferentes aspectos del medio ambiente y de las actividades humanas, para dar una visión más completa de la situación ambiental. (Massolo, 2020)

1.3.5. Ejemplos de Indicadores Ambientales

1.3.5.1. Índice de bienestar económico sostenible (BIES)

El Índice de Bienestar Económico Sostenible (IBES) es una herramienta de medición que evalúa la salud económica de un país en términos de su capacidad para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las personas, sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras. El IBES toma en cuenta una amplia variedad de factores, como la distribución de la riqueza, la calidad del medio ambiente, el

acceso a servicios básicos como la educación y la salud, así como también el bienestar subjetivo de la población. (INAE, 2014)

El IBES es un indicador que mide la sostenibilidad económica de un país, teniendo en cuenta tanto los aspectos materiales como los no materiales del bienestar humano. Se enfoca en evaluar la capacidad del país para satisfacer las necesidades actuales de la población sin sacrificar la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas.

1.3.5.2. Índice de sostenibilidad ambiental (ISA)

El Índice de Sostenibilidad Ambiental (ISA) es una herramienta de evaluación que se utiliza para medir el desempeño ambiental de una organización, empresa o país en términos de sostenibilidad. El ISA se basa en un conjunto de indicadores ambientales que permiten evaluar el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente y el grado de compromiso de la organización o país con la protección del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales. El ISA se calcula a partir de una serie de variables ambientales, como la emisión de gases de efecto invernadero, la gestión de residuos, el consumo de energía renovable, el uso del agua, la conservación de la biodiversidad y la protección de los ecosistemas. El objetivo del ISA es promover prácticas sostenibles y reducir el impacto ambiental de las actividades humanas. Al medir el desempeño ambiental de las organizaciones y países, el ISA puede ayudar a fomentar la adopción de políticas y prácticas ambientales sostenibles y a impulsar la transición hacia una economía más verde y sostenible. (D'Angelo Gagnetten et al., 2022)

1.3.5.3. Índice de desempeño ambiental (EPI)

El Índice de Desempeño Ambiental (EPI, por sus siglas en inglés) es un sistema de evaluación que mide el desempeño ambiental de los países a nivel mundial. Es una herramienta que permite comparar y clasificar el desempeño ambiental de los países a través de una serie de indicadores, que incluyen la calidad del aire, la gestión de residuos, la biodiversidad, el cambio climático y la contaminación del agua, entre otros. (Quiroga Martínez, 2009)

El EPI es un índice que evalúa el desempeño ambiental de los países a nivel global mediante una serie de indicadores ambientales.

1.3.5.4. Huella ecológica (HE)

La huella ecológica (HE) es una medida que se utiliza para evaluar el impacto que tiene la actividad humana sobre el medio ambiente. Se trata de una herramienta que permite determinar la cantidad de recursos naturales que se utilizan para mantener nuestro estilo de vida actual y la capacidad que tiene el planeta para regenerar dichos recursos.

La huella ecológica abarca diversos aspectos, como la alimentación, el transporte, la vivienda, la energía, el consumo de bienes y servicios, entre otros. Cada uno de estos factores contribuye a aumentar nuestra huella ecológica y, por tanto, a agotar los recursos naturales del planeta de manera acelerada. Por esta razón, la huella ecológica se ha convertido en una herramienta muy importante para concienciar a la sociedad sobre la importancia de adoptar un estilo de vida más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. (Reyes, 2003)

1.3.5.5. Huella de carbono

La huella de carbono es una medida de la cantidad de gases de efecto invernadero, especialmente dióxido de carbono, que son emitidos a la atmósfera como resultado de las actividades humanas. Esta medida se utiliza para evaluar el impacto ambiental de una persona, una empresa, un evento o incluso de un producto. Cuanto mayor es la huella de carbono, mayor es el impacto en el cambio climático y en la aceleración del calentamiento global. Por lo tanto, se promueve la reducción de la huella de carbono a través de la adopción de prácticas sostenibles y el uso de tecnologías más limpias y eficientes. (Frohmann & Olmos, 2013)

1.3.5.6. Huella Hídrica

La huella hídrica es una medida que se utiliza para evaluar el impacto del consumo humano en los recursos hídricos del planeta. Se define como la cantidad total de agua dulce utilizada para producir los bienes y servicios consumidos por un individuo o una comunidad. Esta medida tiene en cuenta tanto el agua directa utilizada en el consumo diario, como el agua indirecta utilizada en la producción de bienes y servicios. (Frohmann & Olmos, 2013)

Al calcular la huella hídrica, se puede determinar la cantidad de agua necesaria para mantener nuestro estilo de vida actual y tomar medidas para reducir nuestro impacto en el medio ambiente.

1.3.5.7. Huella Social

La huella social se refiere al impacto que una persona, organización o empresa tiene en la sociedad. Esto incluye aspectos como la responsabilidad social, la ética empresarial, la contribución a la comunidad, la sostenibilidad ambiental y el compromiso con los derechos humanos.

En términos generales, la huella social se refiere a la manera en que una entidad interactúa con su entorno y cómo sus acciones tienen un efecto en la sociedad. Es importante que las empresas y organizaciones se preocupen por su huella social, ya que esto puede tener un impacto significativo en su reputación, en la percepción del público y en su capacidad para atraer y retener talento. (Martínez Castillo, 2007)

La huella social es un indicador importante de cómo una entidad se relaciona con su entorno y cómo su presencia afecta a la sociedad. Es esencial que las empresas y organizaciones consideren cuidadosamente su huella social y trabajen para mejorarla en todas las áreas pertinentes.

1.3.5.8. Indicadores Rurales

Los indicadores rurales son herramientas que se utilizan para medir y evaluar el desarrollo y bienestar de las comunidades rurales. Estos indicadores pueden ser utilizados por gobiernos, organizaciones no gubernamentales, investigadores y otros actores para evaluar el impacto de las políticas y programas rurales, identificar las necesidades y oportunidades de desarrollo y planificar estrategias de intervención. (Dirven & Candia, 2020)

1.3.5.9. Indicadores Urbanos

Los indicadores urbanos son medidas que permiten evaluar diferentes aspectos y desempeños de las ciudades, tales como la calidad de vida, el desarrollo económico, la sustentabilidad, la accesibilidad, la seguridad, entre otros. Estos indicadores son herramientas útiles para la planificación y la gestión urbana, ya que permiten medir el impacto de las políticas y proyectos en la ciudad y en sus habitantes. Algunos ejemplos de indicadores urbanos son el índice de desarrollo humano, la tasa de

homicidios, la cantidad de espacios verdes por habitante, la tasa de desempleo, entre otros. (Paredes, 2020)

1.4.Técnica Presión – Estado – Respuesta (PER)

Es un modelo propuesto por Environment Canadá y la OCDE que se basa en una lógica de causalidad y presupone relaciones entre las actividades económicas y el medio ambiente. Este modelo se origina de preguntas simples, como qué está afectando al ambiente, cuál es su estado actual y qué se está haciendo para resolver los problemas ambientales. Cada una de estas preguntas se responde con un conjunto de indicadores. El modelo PER es una herramienta de organización de información simple, que implica una progresión causal de las acciones humanas que ejercen presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales, lo que lleva a un cambio en su estado. Luego, la sociedad responde con medidas o acciones para reducir o prevenir el impacto.

El modelo PER para medir el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente. Los indicadores de presión se utilizan para describir las presiones ejercidas sobre el ambiente por las actividades humanas, como la emisión de gases a la atmósfera. Estos indicadores se clasifican en dos grupos: presión directa e indirecta.

Los indicadores de estado se refieren a la cantidad y condición de los recursos naturales y del medio ambiente, como la calidad del aire.

Los indicadores de respuesta muestran los esfuerzos realizados por la sociedad o las autoridades para reducir o mitigar la degradación del ambiente, como la implementación de tecnologías más limpias o la creación de áreas verdes. Sin embargo, es necesario adaptar y refinar el modelo a nivel regional y utilizar una aproximación ecológica geográfica a diferentes escalas para establecer relaciones causa-efecto y determinar acciones apropiadas. (Paredes, 2020)

1.5.MARCO LEGAL

La Constitución de la República del Ecuador de 2008 establece las regulaciones para la gestión de la biodiversidad y los recursos naturales de manera sostenible, preservando la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas a través de la implementación de políticas ambientales y la participación activa de las personas.

Se deben aplicar medidas para mitigar los riesgos ambientales utilizando conocimientos científicos y estableciendo sanciones para aquellos que dañen los ecosistemas. También se deben definir procesos legales para garantizar la salud y restauración de los ecosistemas y prevenir y controlar los riesgos, incluyendo la capacidad de decisión a través de consultas populares. El control del medio ambiente y la naturaleza es responsabilidad del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, y se deben establecer mecanismos de defensoría. El Estado administra y gestiona la soberanía de la biodiversidad como un sistema de interés público, limitando el uso de cultivos y semillas transgénicas y prohibiendo la biotecnología riesgosa o experimental. Se establecen sistemas de áreas protegidas para garantizar la conservación de la biodiversidad y se regulan la conservación, manejo y uso sustentable de los recursos para evitar la extracción de recursos no renovables

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2008)

ARTÍCULO	CONTENIDO
Biodiversidad y recursos naturales	
Art. 395	El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, mediante el planteamiento de políticas de gestión ambiental.
Art. 396	El Estado adoptará las políticas y medidas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.
Art. 397	En el caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas.
Art. 398	La decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad.
Biodiversidad	
Art. 400	El Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional.
Art. 401	El Ecuador es libre de cultivos y semillas transgénicas.
Art. 403	El Estado no se comprometerá en convenios o acuerdos de cooperación que incluyan cláusulas que
Patrimonio natural y ecosistemas	

Art. 404	Las formaciones físicas, biológicas y geológicas desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exigen su protección, conservación, recuperación y promoción.
Art. 405	El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas.
Art. 406	El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.
Art. 407	Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles.
Recursos Naturales	
Art. 408	Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico.
Art. 409	Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil.
Art. 410	El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.
Art. 411	El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.

CAPÍTULO II.

2. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Diseño de la Investigación

La metodología empleada para llevar a cabo el trabajo de campo fue participativa, con el objetivo de interpretar las peculiaridades de la comunidad a partir de la interacción entre los miembros de la comunidad. Se emplearon estrategias participativas, como la recopilación de información preliminar y la visita in situ a los diferentes puntos del páramo para identificar los impactos existentes en la zona.

2.2. Modalidad de la Investigación

La investigación se enfocó en el análisis cualitativo a través de la visita in situ, que implica realizar acciones en un lugar específico, y en fuentes de información secundarias como revistas, libros electrónicos y documentos de investigación.

2.3. Métodos

2.3.1. Método Descriptivo

Mediante la aplicación de encuestas, se logró instaurar un sistema eficaz para recopilar datos en el ámbito de investigación. El propósito fue generar sugerencias que promovieran la sostenibilidad de los recursos naturales en el páramo San Isidro. La información recopilada no solo facilitó la elaboración de recomendaciones, sino que también contribuyó significativamente al avance en la formulación de indicadores específicos para medir la sostenibilidad ambiental en el área de estudio.

2.3.2. Método Bibliográfico

Este estudio utilizó el método bibliográfico para analizar indicadores ambientales en el páramo, seleccionando fuentes recientes sobre biodiversidad, calidad del agua y efectos del cambio climático. Se priorizaron documentos con datos empíricos y

revisiones sistemáticas para asegurar relevancia y actualidad. Este análisis permitió identificar tendencias, y desafíos en la conservación del páramo, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y estrategias de gestión sostenible.

2.3.3. Método Analítico

La aplicación del método analítico facilitó la comprensión de los elementos sociales inherentes al área investigada, identificándolos como factores clave que influyen en los indicadores de sostenibilidad ambiental de la región.

2.3.4. Procesamiento de Datos

Mediante el procesamiento de datos se llevó a cabo una caracterización ambiental de la zona a través de la generación de información geográfica y revisión de documentos existentes. Se empleó la cartografía temática y el análisis espacial mediante el uso de herramientas de los sistemas de información geográfica (SIG) para caracterizar el territorio de manera precisa. Además, se complementó la investigación con la revisión de documentos para fortalecer los resultados obtenidos a partir del análisis espacial.

El Análisis de los datos obtenidos durante la investigación, enfocándose en comprender la conexión de las personas con el ecosistema del páramo. Su aplicación contribuyó al proceso de caracterización, desarrollo y elección de indicadores de sostenibilidad, al mismo tiempo que permitió la formulación de estrategias para la preservación del páramo de San Isidro. La utilización del software Excel facilitó la organización y tabulación eficiente de los resultados recopilados, posibilitando la creación de interpretaciones estadísticas mediante la representación gráfica, especialmente a través de figuras. Este enfoque integral fortaleció la comprensión del papel de la comunidad en la conservación del páramo.

2.3.5. Investigación cualitativa

Se realizaron visitas in situ en el páramo San Isidro con el fin de establecer relaciones entre los criterios seleccionados y las características de los indicadores ambientales. Se buscó proporcionar una comprensión más profunda de los indicadores ambientales y sus características en el contexto del páramo San Isidro y sus alrededores, lo que permitió identificar las mejores prácticas de gestión ambiental y sostenibilidad.

2.4. Técnicas

Mediante la aplicación de las metodologías, se logró instaurar un sistema eficaz para recopilar datos en el ámbito de investigación. El propósito fue generar sugerencias que promovieran la sostenibilidad de los recursos naturales en el páramo San Isidro. La información recopilada no solo facilitó la elaboración de recomendaciones, sino que también contribuyó significativamente al avance en la formulación de indicadores específicos para medir la sostenibilidad ambiental en el área de estudio.

2.4.1. Técnica de Observación

Mediante la observación directa, se logró identificar claramente fuentes de contaminación presentes en la región. Estas fuentes, generadas por actividades humanas de la comunidad, se revelaron como la raíz del problema ambiental. La técnica también posibilitó la evaluación de las actitudes de las personas hacia el entorno, tanto en áreas agrícolas como turísticas. De este modo, la observación directa se reveló como una herramienta valiosa para definir indicadores de sostenibilidad apropiados, cumpliendo eficazmente con los objetivos planteados en el área de estudio.

2.4.2. Técnica de Recolección de Datos – Encuesta

En el desarrollo del proyecto, se implementó la visita in situ con el propósito de llevar a cabo la caracterización detallada del área de estudio. Esta estrategia no solo contribuyó a obtener información precisa sobre las condiciones y particularidades del entorno, sino que también posibilitó la aplicación de acciones específicas, como encuestas, a los habitantes del páramo.

Esta técnica posibilitó la recopilación de datos a través de la implementación de una encuesta, el cual fue completado por los habitantes de la comunidad de Yacubamba, ubicada en el páramo de San Isidro. La ejecución de encuestas proporcionó información valiosa, esencial para la construcción de una base de datos fundamental en el proceso de establecimiento de indicadores de sostenibilidad ambiental en la mencionada localidad.

2.5. INSTRUMENTOS

- **GPS**

El dispositivo GPS fue fundamental para la localización precisa y determinación del sitio de investigación, suministrando datos que se integran eficazmente en un sistema de coordenadas. Este instrumento de posicionamiento global permitió la obtención de información geoespacial específica, contribuyendo significativamente a la identificación precisa de la ubicación en el contexto de las coordenadas geográficas.

- **Computadora**

La computadora posibilitó el análisis minucioso de los datos suministrados, utilizando un sistema de coordenadas con el propósito de crear representaciones cartográficas detalladas. Gracias al uso de la tecnología informática, se llevó a cabo la interpretación y organización sistemática de la información recolectada, permitiendo la generación de mapas que contribuyeron de manera significativa a la visualización y comprensión espacial de los datos analizados en el contexto de la investigación.

2.6. Población y muestra

2.6.1. Población:

La población de este estudio abarca a las familias residentes en la comunidad Yacubamba, por ende, el tamaño exacto de la población, no es conocido. (INEC, 2010) Esta indeterminación del dato real sobre la cantidad total de hogares en Yacubamba establece un contexto en el que las 36 familias seleccionadas para la muestra proporcionan una visión representativa, dentro de lo posible, de las características y comportamientos de interés para la investigación en esta comunidad específica.

2.6.2. Muestra:

La muestra representa un segmento específico o subconjunto del universo o población total en el que se realizará la investigación. Existen diversos métodos para determinar el tamaño y los componentes de la muestra, incluyendo fórmulas matemáticas, razonamiento lógico y otras técnicas que se explorarán más detalladamente. Esta muestra debe ser representativa de la población general para

asegurar la validez y la aplicabilidad de los resultados del estudio. (B. Camacho, 2003) En este trabajo de investigación, se abordará la totalidad del universo o población de interés, no limitándose a una muestra representativa. Esto implica que se recogerán y analizarán datos de todos los individuos, objetos o elementos que constituyen la población definida para el estudio, con el objetivo de obtener resultados exhaustivos y completos que reflejen con precisión las características y comportamientos del grupo en su totalidad.

2.7. Método PER

Para el estudio realizado en la comunidad de Yacubamba, se aplicó un enfoque que categoriza los indicadores ambientales en tres tipos fundamentales: indicadores de presión, estado y respuesta. Este marco conceptual se fundamenta en la premisa de que las actividades desarrolladas por los seres humanos generan ciertas presiones sobre el medio ambiente, lo que conlleva a modificaciones en las condiciones ambientales existentes. Ante estos cambios, surgen diversas respuestas por parte de la sociedad, las cuales se traducen en la implementación de políticas y medidas orientadas a mitigar o revertir los efectos adversos sobre el ambiente.

En el proceso de recolección de datos, se efectuaron encuestas a familias pertenecientes a la comunidad de Yacubamba, abarcando una serie de actividades y roles dentro de la comunidad para captar una perspectiva amplia respecto a la temática de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental. Este conjunto diverso de participantes dentro de cada una de las familias, incluyó a obreros, agricultores locales, amas de casa, autoridades locales, lo que permitió obtener un panorama detallado de las percepciones y actitudes de la comunidad frente a los desafíos ambientales presentes en su entorno.

CAPÍTULO III.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO UBICACIÓN.

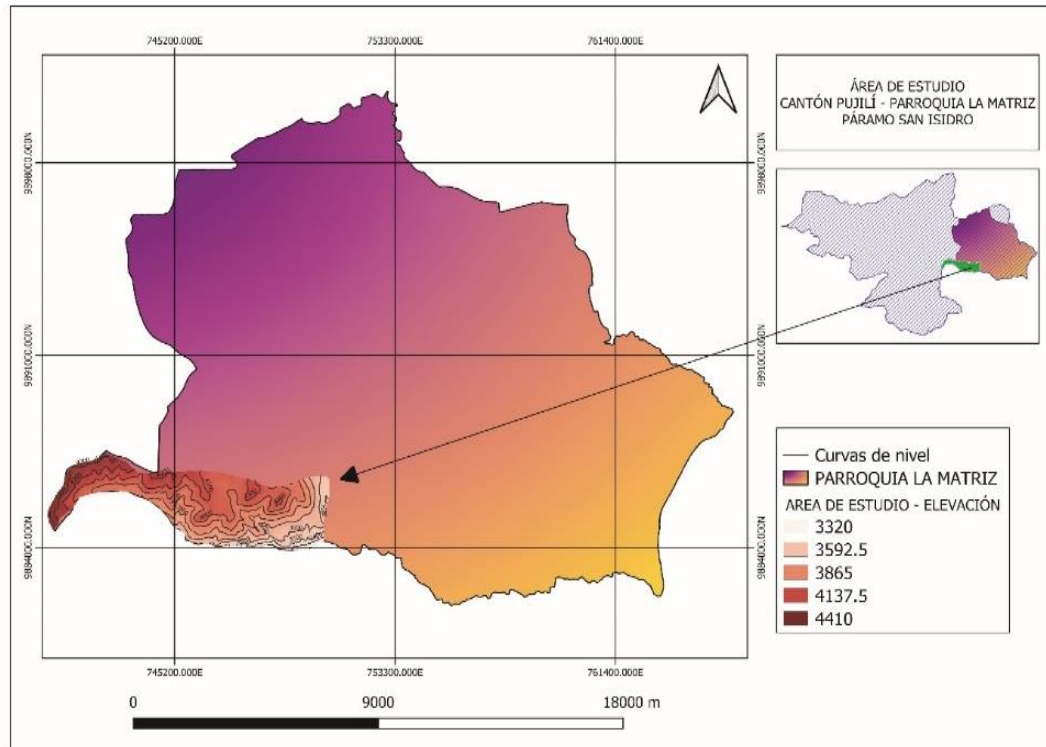
3.1.1. Ubicación

El Páramo San Isidro, ubicado en Pujilí, específicamente en la parroquia La Matriz, es un área de estudio de gran relevancia técnica y ecológica. Este páramo, contiguo a la comunidad de Yacumbamba, cuyos habitantes son propietarios de esta área, presenta una elevación que varía entre 3320 y 4410 metros sobre el nivel del mar.

Estos datos geospaciales proporcionan información precisa sobre la ubicación exacta de este ecosistema, permitiendo un análisis detallado de su geografía y su relación con el entorno circundante. (Fig. 1)

Dada la altitud pronunciada del páramo, se trata de un ecosistema de alta montaña que posee características únicas en términos de biodiversidad y adaptaciones biológicas. Este tipo de entorno suele albergar especies adaptadas a condiciones extremas, y el Páramo San Isidro no es una excepción.

Figura 1.
Área de estudio.



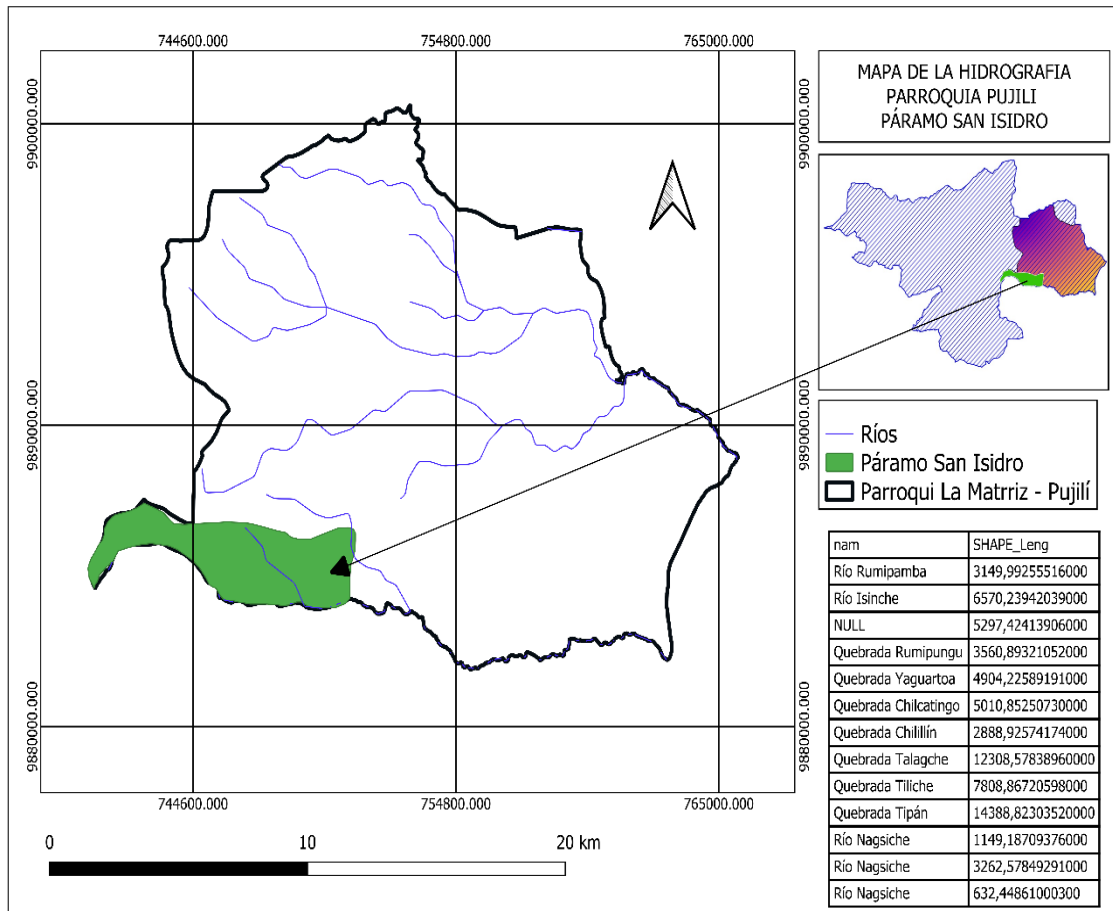
Elaborado por: Johny Mena

3.1.2. Hidrografía

La red hidrográfica de la Parroquia Pujilí, situada en el Páramo San Isidro dentro de la subcuenca del Río Chambo, enfatizando la densidad y distribución de ríos y quebradas en esta área. Las longitudes de estas características hidrográficas, indicadas en la tabla del mapa (Fig. 2), sugieren una variedad de flujos, desde cauces principales hasta afluentes menores, lo que refleja una compleja infraestructura natural de agua que desempeña un papel vital en la hidrología local de la subcuenca. La diferenciación cromática entre el páramo y la parroquia resalta la interacción entre los ecosistemas de alta montaña y las zonas habitadas, implicando una conexión entre la gestión del agua, la conservación ecológica y el asentamiento humano.

Figura 2.

Mapa de hidrografía del páramo San Isidro



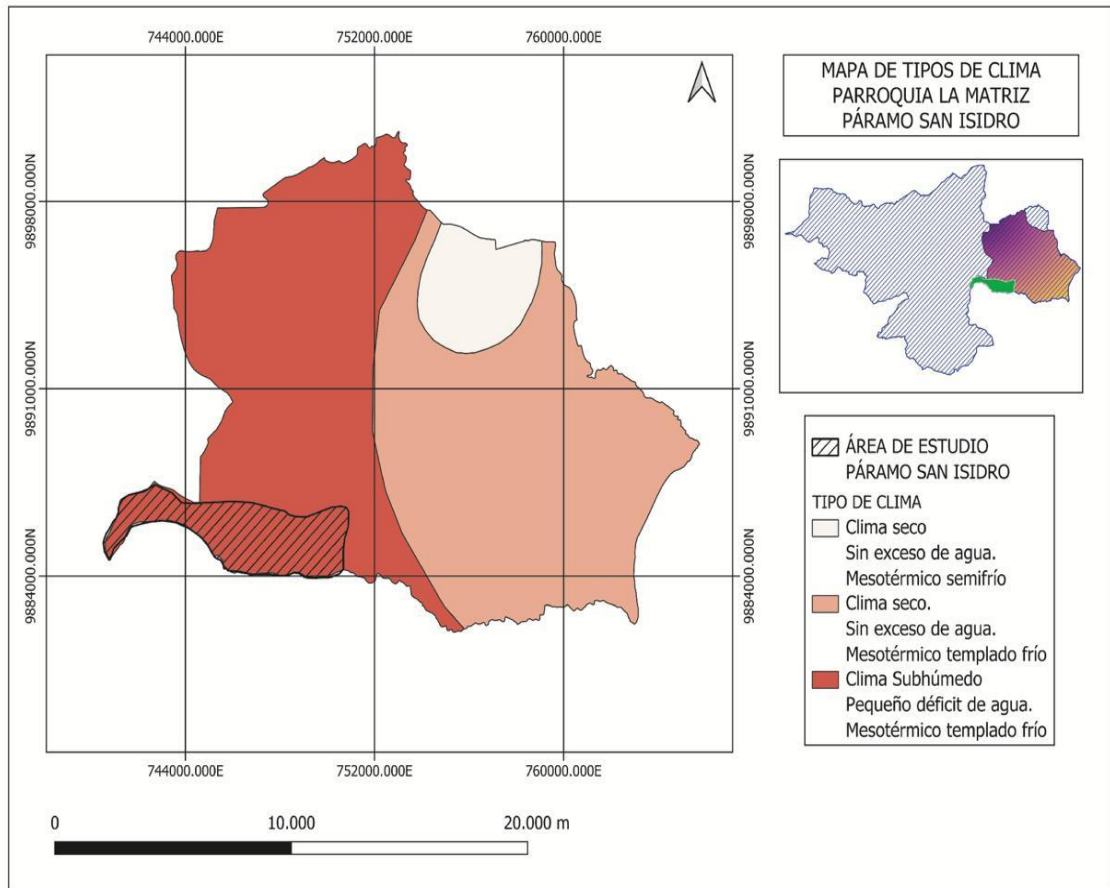
Elaborado por: Johny Mena

3.1.3. Climatología

La climatología del Páramo San Isidro, ubicado en la parroquia La Matriz en Pujilí, se caracteriza por la presencia del tipo de clima subhúmedo con pequeño déficit de agua, mesotérmico templado frío. Este tipo de clima sugiere condiciones específicas que influyen en los aspectos hidrológicos, térmicos y ecológicos del área. (Fig. 3)

Figura 3.

Mapa de tipos de clima del páramo San Isidro



Elaborado por: Johny Mena

Clima Subhúmedo con Pequeño Déficit de Agua:

Este tipo de clima indica que hay una ligera insuficiencia de agua en comparación con las necesidades de las plantas. Aunque no es un clima extremadamente seco, la disponibilidad de agua puede ser un factor limitante para ciertas especies.

La presencia de un pequeño déficit hídrico sugiere que la precipitación puede no ser completamente suficiente para satisfacer las demandas de la vegetación, lo que puede influir en la composición y distribución de las especies.

Mesotérmico Templado Frío:

La clasificación mesotérmica indica que el área experimenta temperaturas moderadas, ni muy cálidas ni muy frías. La categoría templada fría sugiere que, a

pesar de la moderación térmica, las temperaturas pueden descender a niveles relativamente bajos, especialmente durante ciertas estaciones.

Estas condiciones climáticas moderadas pueden favorecer una diversidad de especies adaptadas a variaciones térmicas, contribuyendo a la biodiversidad del páramo.

Dado que el Páramo San Isidro se encuentra en un Clima Subhúmedo con Pequeño déficit de Agua, es importante considerar las características específicas del clima subhúmedo con pequeño déficit de agua y mesotérmico templado frío en el análisis del ecosistema. Esto incluiría investigaciones sobre la relación entre las condiciones climáticas y la hidrología del páramo, así como el impacto en la flora y fauna adaptada a estas condiciones específicas. Además, las fluctuaciones estacionales en las temperaturas y la precipitación también serían factores clave para comprender la dinámica de este ecosistema de alta montaña.

3.1.4. Pendiente

El relieve del Páramo San Isidro, en Pujilí, presenta una variada gama de pendientes. La topografía diversa de este ecosistema de alta montaña se puede segmentar en diferentes rangos de pendiente, cada uno con características específicas que influyen en la dinámica del área de estudio. (Fig.4)

Pendiente 0,0000: Representa terrenos planos sin inclinación. Estas áreas suelen ser ideales para la agricultura, la construcción de infraestructura y asentamientos humanos debido a la facilidad de desarrollo y uso. No presentan problemas significativos de erosión.

Pendiente 13,4134: Esta pendiente indica un terreno con una inclinación ligera. Estas áreas todavía son adecuadas para muchos tipos de uso de la tierra, como la agricultura y la construcción, pero pueden requerir gestión de agua más cuidadosa para evitar la erosión.

Pendiente 26,8268: Esta categoría sugiere un terreno moderadamente inclinado. Puede ser adecuado para ciertos tipos de agricultura, como viñedos o ciertos tipos de horticultura que requieren drenaje, pero las opciones de construcción pueden ser más limitadas y costosas debido a la necesidad de terrazas o medidas de estabilización.

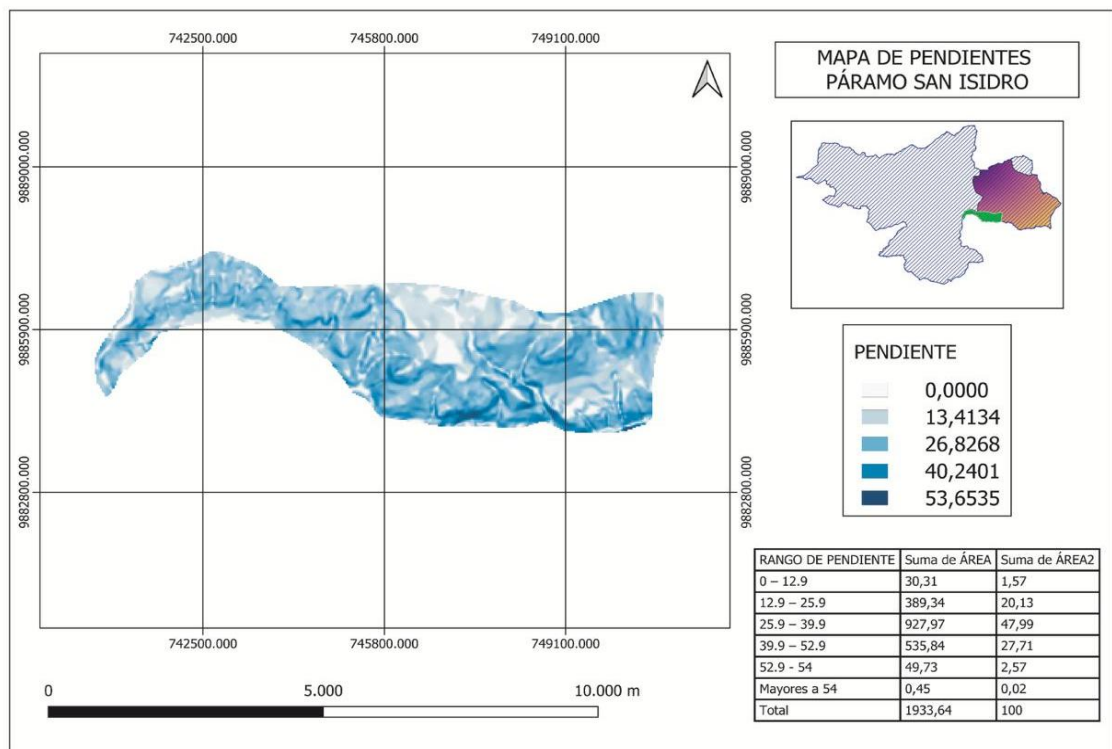
Pendiente 40,2401: Indica una pendiente considerable. A menudo, estas áreas son menos adecuadas para la agricultura y la construcción debido a los riesgos de erosión

y deslizamientos de tierra. Pueden requerir construcciones especializadas y medidas de control de erosión para ser utilizadas de manera segura.

Pendiente 53,6535 y mayores: Representa terrenos con pendientes muy pronunciadas. Estas áreas a menudo se dejan en su estado natural debido a los altos riesgos de deslizamientos de tierra y erosión. Son difíciles de desarrollar y generalmente no son adecuadas para la agricultura ni la construcción. Estos terrenos son comunes en zonas montañosas y requieren consideraciones especiales en términos de conservación y uso de la tierra.

Figura 4.

Mapa de pendientes del páramo San Isidro.



Elaborado por: Johny Mena

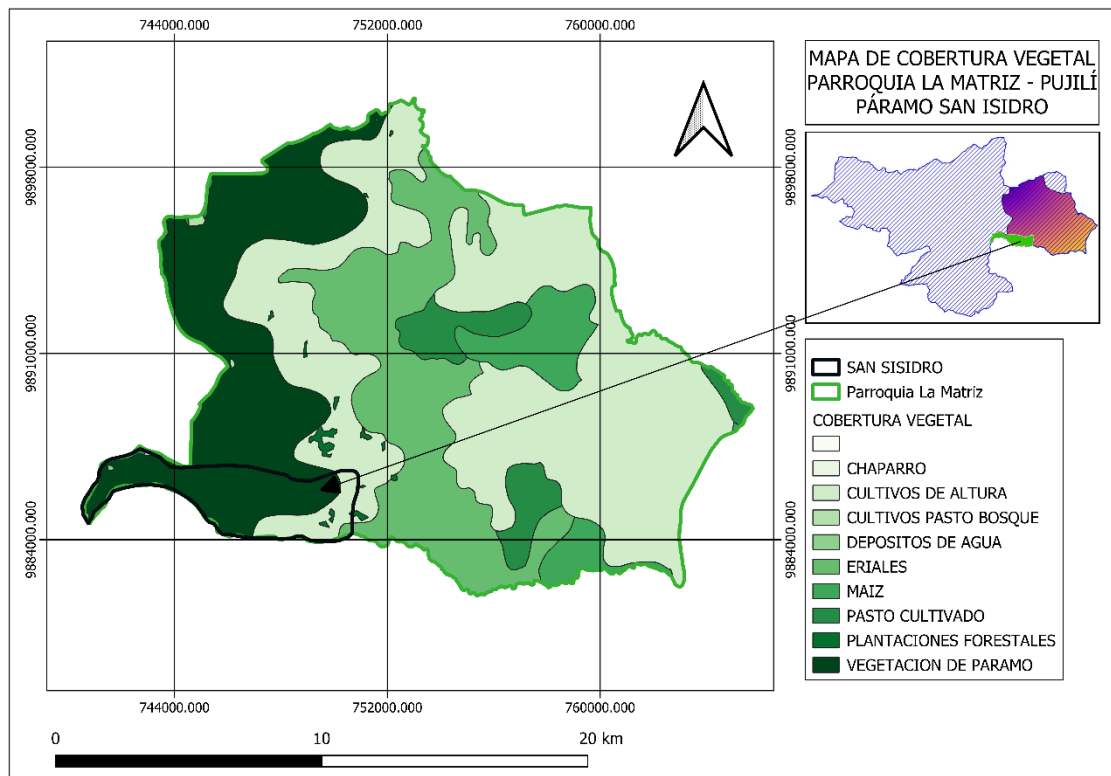
3.1.5. Cobertura vegetal

El mapa de cobertura vegetal (Fig. 5) destaca las diferencias entre el Páramo San Isidro (etiquetado como SAN ISIDRO) y la Parroquia La Matriz (en color sólido), ofreciendo una representación visual del patrón de uso de suelo y cobertura vegetal

que es fundamental para entender la dinámica ecológica y la gestión del territorio en esta región. El mapa proporciona información valiosa para estudios de conservación, agricultura sostenible y planificación del uso de suelo en la parroquia y en el páramo.

Figura 5.

Mapa de cobertura vegetal del páramo San Isidro



Elaborado por: Johny Mena

Chaparro: Indicado por un color gris claro en la leyenda. El término "chaparro" suele referirse a arbustos bajos o vegetación achaparrada, típica de zonas de montaña o de clima mediterráneo.

Cultivos de Altura: Representados en un tono de verde más claro. Este tipo de uso del suelo se refiere a cultivos agrícolas que están adaptados o que requieren las condiciones de alta elevación, como pueden ser ciertos granos, tubérculos o frutales.

Cultivos Pasto Bosque: Se muestra con un verde intermedio. Este uso del suelo podría referirse a áreas donde se combinan la agricultura y la ganadería con la preservación o inclusión de áreas boscosas.

Depósitos de Agua: Representados por color azul, identifican cuerpos de agua como lagos, estanques o embalses.

Eriales: Muestran un color marrón claro. Los eriales son terrenos que no se cultivan y que suelen estar cubiertos de vegetación natural escasa o de mala calidad, posiblemente debido a suelos pobres o condiciones climáticas adversas.

Pasto Cultivado: Se muestra en un tono verde oscuro. Se refiere a tierras que han sido sembradas con pastos para la alimentación de ganado.

Plantaciones Forestales: Indicadas con un color verde muy oscuro, casi negro. Estas áreas están dedicadas al cultivo de árboles para propósitos comerciales, como la madera o la producción de papel.

Vegetación de Páramo: Representada con un color verde vivo. La vegetación de páramo es típica de climas de alta montaña en los trópicos, donde las condiciones son demasiado frías para la mayoría de los cultivos agrícolas.

3.1.6. Erosión

El Páramo San Isidro, como un típico ecosistema de alta montaña, se caracteriza por su capacidad de retención hídrica, gracias a la vegetación nativa como frailejones y pajonales, que, a través de sus raíces y su estructura de roseta, disminuyen la velocidad de escorrentía y aumentan la infiltración. Sin embargo, factores como la deforestación, el cambio de uso de suelo a prácticas agrícolas no sostenibles y la extracción de turba pueden comprometer esta capacidad, llevando a una erosión del suelo. En términos técnicos, el Páramo San Isidro es crucial para la estabilización de suelos orgánicos andinos, los cuales, bajo presión antropogénica, pueden experimentar un incremento en la tasa de erosión laminar y en zanjas. Este fenómeno puede perturbar la reticulación hidrográfica de la subcuenca y alterar la sedimentación, lo que eventualmente podría modificar el régimen hidrológico del Río Chambo, afectando la disponibilidad de agua para ecosistemas y comunidades aguas abajo. Por tanto, la gestión sostenible del Páramo San Isidro es vital para mitigar la erosión y conservar la funcionalidad ecológica de la subcuenca.

3.1.7. Aire

La calidad del aire en la Parroquia La Matriz - Pujilí y en el Páramo San Isidro está influenciada por diversas actividades humanas y condiciones ambientales. En Pujilí, la contaminación atmosférica es significativa debido al tráfico vehicular intenso y a las emisiones asociadas a combustibles fósiles, que contribuyen a la presencia de partículas PM2.5 y gases como monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre, y dióxido de nitrógeno. Estas condiciones no solo deterioran la calidad del aire, sino que también representan un riesgo para la salud pública, exacerbando problemas respiratorios entre la población. La erosión del suelo, exacerbada por prácticas agrícolas y la construcción, también aporta a la carga de partículas en el aire, afectando tanto zonas urbanas como rurales. En el Páramo San Isidro, aunque el aire puede ser percibido como más limpio debido a la menor influencia directa de las emisiones vehiculares, las prácticas agrícolas incluyendo el uso controlado de pesticidas, plantean un riesgo de contaminación atmosférica. La volatilización de estos compuestos químicos y su dispersión pueden afectar la calidad del aire y la biodiversidad del páramo, un ecosistema crucial para la regulación hídrica y la conservación de especies endémicas. Aunque el impacto de los pesticidas en el aire del páramo puede ser menor en comparación con las fuentes de contaminación en la zona urbana, es esencial considerar su gestión y el impacto acumulativo de todas las fuentes de contaminación para preservar la salud ambiental y pública en la región de Pujilí y el Páramo San Isidro.

3.1.8. Flora

El Páramo San Isidro, situado en la región de Pujilí, es un ecosistema andino de gran importancia ecológica y ambiental, caracterizado por una flora singular adaptada a las condiciones extremas de altitud, bajas temperaturas, y alta humedad. Este hábitat alberga una diversidad de especies vegetales endémicas, entre las cuales destacan los frailejones, plantas emblemáticas de los páramos andinos con una notable capacidad para capturar el agua de la niebla, contribuyendo significativamente a los recursos hídricos de la región. La vegetación del páramo también incluye una variedad de musgos y líquenes, los cuales juegan un papel crucial en la formación y retención de suelos, así como en la regulación del ciclo

hídrico, protegiendo cuencas y asegurando la disponibilidad de agua para ecosistemas y comunidades humanas aledañas. Además, se encuentran plantas herbáceas y arbustivas adaptadas a suelos ácidos y pobres en nutrientes, que forman complejas comunidades vegetales capaces de sostener una biodiversidad única. (Eduardo Villacís, 2010)

La preservación de la flora del Páramo San Isidro es vital, no solo por su valor intrínseco y su contribución a la biodiversidad global, sino también por su rol en la mitigación del cambio climático y la adaptación de comunidades locales a variaciones ambientales, destacando la importancia de implementar estrategias de conservación que aseguren su protección frente a amenazas como la expansión agrícola y el cambio de uso de suelo.

3.1.8. Fauna

La fauna del Páramo San Isidro representa una comunidad biológica adaptada a las condiciones de vida en altitudes elevadas, donde la biodiversidad se ve influenciada por el clima frío y húmedo del páramo. Entre los habitantes más notables se encuentra el cóndor andino (*Vultur gryphus*), un ave emblemática de los Andes que cumple funciones ecológicas cruciales como carroñero, ayudando a mantener el equilibrio del ecosistema. Este ecosistema también es refugio para una variedad de mamíferos pequeños, incluyendo especies especializadas en nichos ecológicos específicos que contribuyen a la dispersión de semillas y la polinización. Anfibios y reptiles adaptados a las bajas temperaturas se encuentran aquí, junto con una rica diversidad de insectos que son esenciales para la polinización de la flora endémica del páramo. La preservación de estos animales es fundamental para mantener las cadenas alimenticias y los procesos ecológicos que sostienen la vida en este frágil ecosistema. Sin embargo, la fauna del Páramo San Isidro enfrenta crecientes amenazas debido a la actividad humana, incluyendo la fragmentación del hábitat y el cambio climático, que ponen en riesgo su supervivencia. (Eduardo Villacís, 2010)

Es esencial promover la conservación y el manejo sostenible del Páramo San Isidro para proteger su rica biodiversidad faunística, garantizando así la continuidad de los servicios ecosistémicos que benefician tanto a la biodiversidad como a las poblaciones humanas dependientes de estos ecosistemas.

3.2. COMPONENTE SOCIAL

3.2.1. Salud

En la comunidad de Yacumbamba, dentro del cantón Pujilí, se ha enfocado en mejorar la salud y bienestar de sus habitantes a través de una serie de iniciativas que reflejan un compromiso con la prevención y atención de la violencia, así como con la promoción de derechos y el empoderamiento de sus miembros, especialmente de las mujeres y niños. En 2022, se llevaron a cabo capacitaciones dirigidas a concientizar sobre la importancia de prevenir e identificar actos de violencia, y proporcionar una atención oportuna a las víctimas, formando 62 defensores comunitarios para actuar dentro de sus comunidades. Estas acciones, complementadas por eventos culturales y campañas de sensibilización como el "Primer Festival Inclusivo de Rondas Infantiles", buscan integrar socialmente a personas con discapacidad y promover un entorno inclusivo y libre de violencia.(INEC, 2010)

La implementación de defensorías comunitarias en Yacumbamba y otras comunidades cercanas al Páramo San Isidro resalta el esfuerzo por crear redes de apoyo y protección, enfocándose en la prevención y respuesta ante situaciones de vulnerabilidad. Esta estrategia de salud comunitaria es fundamental para asegurar el bienestar de la población, demostrando una integración efectiva de políticas de salud pública y derechos humanos, dirigidas a fortalecer la cohesión social y mejorar la calidad de vida en la parroquia La Matriz, la comunidad Yacumbamba, y áreas aledañas al Páramo San Isidro.

3.2.2. Educación

En la Parroquia La Matriz del cantón Pujilí, junto con la comunidad Yacumbamba, se han observado avances significativos en el sector educativo, destacando la disminución del analfabetismo y el incremento en los niveles de escolaridad, con un promedio de 7.7 años, reflejo de una educación básica prácticamente universal. La comunidad de Yacumbamba, siendo parte integral de estos esfuerzos, enfrenta desafíos particulares dados por su proximidad al Páramo San Isidro y su relativa ruralidad, lo que requiere estrategias educativas adaptadas a sus necesidades específicas.

Específicamente en Yacumbamba, se enfatiza la importancia de una educación que no solo sea accesible sino también relevante culturalmente, promoviendo prácticas inclusivas y equitativas. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010)

Los esfuerzos en La Matriz y Yacumbamba por fortalecer la educación subrayan la visión de que esta es clave para el desarrollo sostenible y el bienestar comunitario. Con un enfoque en la inclusión y calidad, buscan asegurar que todos los estudiantes, sin importar su origen, tengan acceso a oportunidades educativas que les permitan florecer y contribuir al crecimiento de sus comunidades.

3.2.3. Economía

La economía de la Parroquia La Matriz en el cantón Pujilí, junto con la comunidad Yacumbamba y el área del Páramo San Isidro, se basa principalmente en el sector primario, destacando la agricultura como el pilar central de su desarrollo económico. De acuerdo con datos del Censo de 2001, la mayoría de la población económicamente activa en Cotopaxi trabaja en actividades relacionadas con la agricultura, silvicultura, caza y pesca, lo cual subraya la importancia de estos sectores en la subsistencia de las comunidades locales.

El sector secundario y el terciario, aunque presentes, juegan un papel menos dominante en la estructura económica de la región. La manufactura, el comercio y los servicios ofrecen oportunidades de empleo, aunque en menor medida comparado con la agricultura. En este contexto, la comunidad Yacumbamba, cercana al Páramo San Isidro, podría beneficiarse de actividades económicas sostenibles y turismo ecológico, aprovechando su rica biodiversidad y paisajes únicos. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2020)

La economía en estas zonas enfrenta desafíos, incluyendo la necesidad de mejorar la infraestructura y acceso a servicios básicos. Un enfoque hacia la diversificación económica, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y potenciando el turismo y servicios, podría impulsar el crecimiento económico. Es fundamental un desarrollo que considere la conservación del medio ambiente y el patrimonio cultural, para asegurar el bienestar y sustentabilidad de la Parroquia La Matriz, Yacumbamba, y el Páramo San Isidro.

3.3. ENCUESTAS

Se llevaron a cabo 30 encuestas a los residentes del sector Yacumbamba, cada una compuesta por 10 preguntas. El propósito de esta iniciativa fue evaluar retrospectivamente la percepción comunitaria sobre el estado ambiental del páramo. A través de este proceso, se identificaron áreas críticas de preocupación y se fomentó la participación activa de la comunidad en la conservación y gestión sostenible de los recursos naturales.

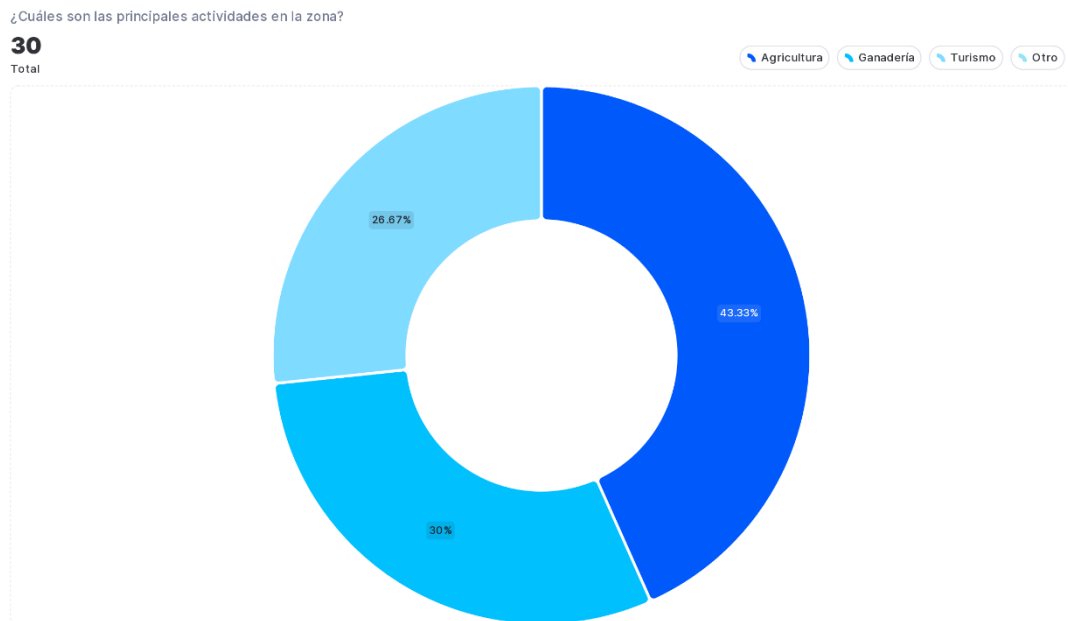
3.3.1. Tabulación de Encuestas

1. ¿Cuáles son las principales actividades en la zona?

En la tabulación de la pregunta (Fig. 6) la distribución porcentual de las actividades principales en una región determinada, destacando la agricultura como la actividad más prevalente, ocupando un 43.33% de la economía local. Tanto el turismo como la ganadería sostienen cada uno un 30% del total, lo que indica una economía diversificada con una coexistencia significativa de estas prácticas. El sector denominado 'Otro', con un 26.67%, sugiere la presencia de otras actividades económicas que complementan el perfil económico de la región, aunque cada una con una participación menor en comparación con las categorías principales. Estos datos pueden reflejar la estructura ocupacional y las prioridades de desarrollo económico de la zona estudiada.

Figura 6.

¿Cuáles son las principales actividades en la zona?



Elaborado por: Johnny Mena

2. ¿Qué actividades considera usted que está produciendo cambios en el páramo?

En la tabulación de la pregunta (Fig. 7) proporciona una visualización cuantitativa de las actividades identificadas por los encuestados como agentes de cambio ecológico en el páramo. La introducción de especies exógenas es percibida como la principal influencia antrópica, constituyendo el 50% de las respuestas, lo que puede ser indicativo de un desequilibrio ecológico significativo ocasionado por estas especies invasoras. La expansión agrícola, representada por el avance de la frontera agrícola, se considera el segundo factor más influyente, con un 33.33%, reflejando la preocupación por la transformación del uso del suelo y la potencial fragmentación del hábitat. La deforestación, señalada por la tala de árboles, cuenta con un 10%, subrayando su contribución a la alteración de la cobertura vegetal y la pérdida de carbono orgánico del suelo. Por último, los asentamientos humanos, con un 6.67%, son vistos como el menos impactante, sugiriendo una posible subestimación de los efectos acumulativos del desarrollo humano en la estructura y función del ecosistema del páramo.

Figura 7.

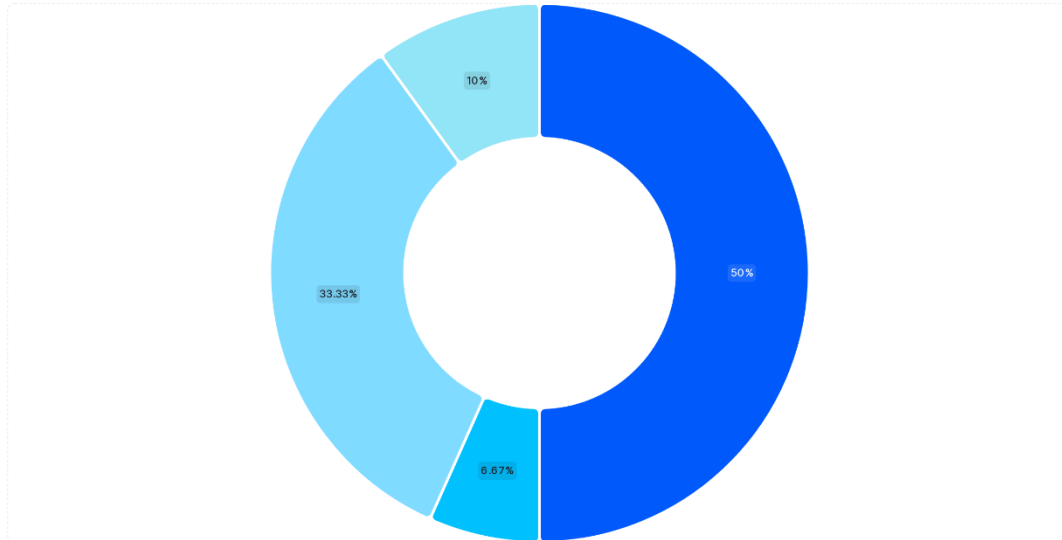
¿Qué actividades considera usted que está produciendo cambios en el páramo?

¿Qué actividades considera usted que está produciendo cambios en el páramo?

30

Total

Tala de árboles Avance de la frontera agríc... Introducción de especies a... Asentamientos humanos



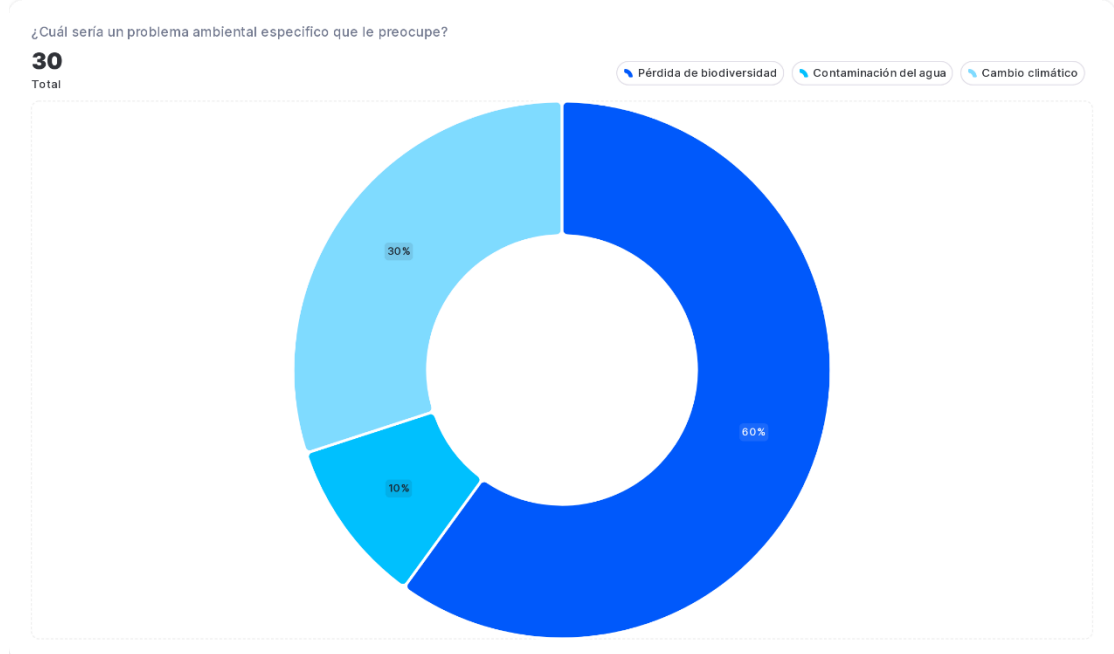
Elaborado por: Johny Mena

3. ¿Cuál sería un problema ambiental específico que le preocupe?

En la tabulación de la pregunta (Fig. 8) cuantifica las preocupaciones ambientales específicas de los encuestados, destacando el cambio climático como la principal inquietud, abarcando el 60% de las respuestas. Esto subraya una alta conciencia sobre las implicaciones a largo plazo del cambio climático en la integridad ecológica y la funcionalidad del páramo. La pérdida de biodiversidad se identifica como el segundo problema más preocupante, con un 30%, reflejando una conciencia de la importancia de preservar la diversidad biológica única del páramo. La contaminación del agua, aunque menos señalada con un 10%, sigue siendo una preocupación, indicativa de la valoración de la calidad de los recursos hídricos. Estos datos evidencian un reconocimiento significativo de los retos ambientales que enfrenta el páramo y podrían orientar la formulación de políticas de gestión y conservación.

Figura 8.

¿Cuál sería un problema ambiental específico que le preocupe?



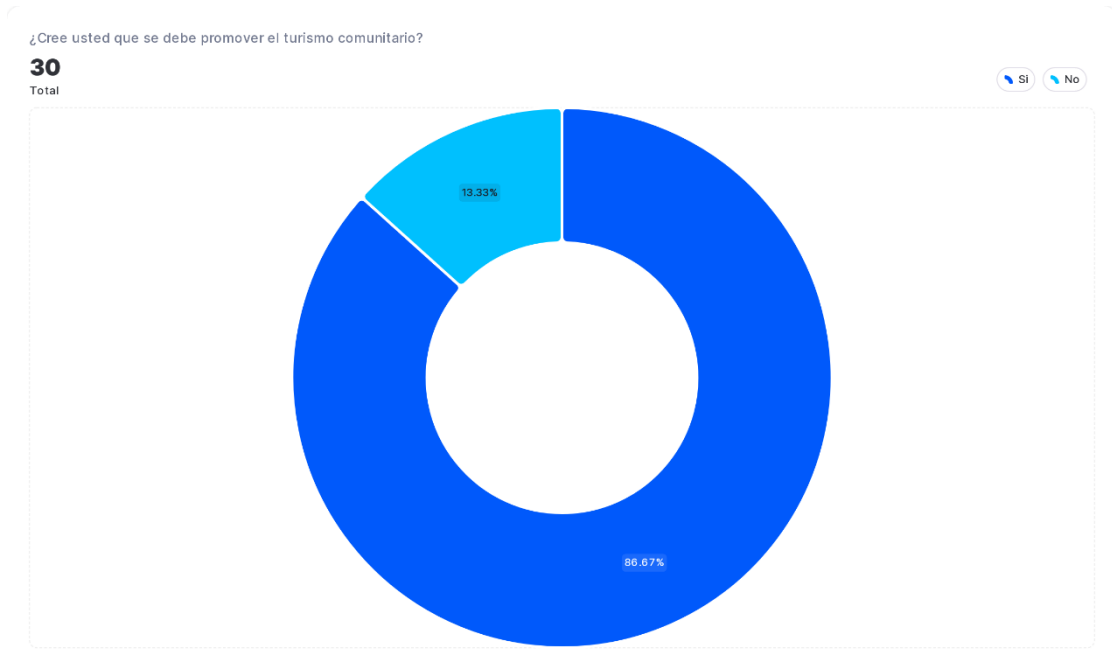
Elaborado por: Johny Mena

4. ¿Cree usted que se debe promover el turismo comunitario?

En la tabulación de la pregunta (Fig. 9) refleja la percepción sobre el fomento del turismo comunitario, con un abrumador 86.67% de los participantes a favor de promover esta modalidad de turismo. Esto indica un fuerte respaldo hacia estrategias de desarrollo que integren a la comunidad local en la gestión y beneficios del turismo, subrayando su potencial para contribuir al desarrollo económico sostenible y a la conservación ambiental. Tan solo un 13.33% se muestra en contra, lo que podría indicar una preocupación por los posibles efectos negativos del turismo en la comunidad o en el ecosistema local. El dato sugiere una clara inclinación hacia modelos turísticos inclusivos que priorizan la participación comunitaria y la distribución equitativa de ingresos derivados de estas actividades.

Figura 9.

¿Cree usted que se debe promover el turismo comunitario?



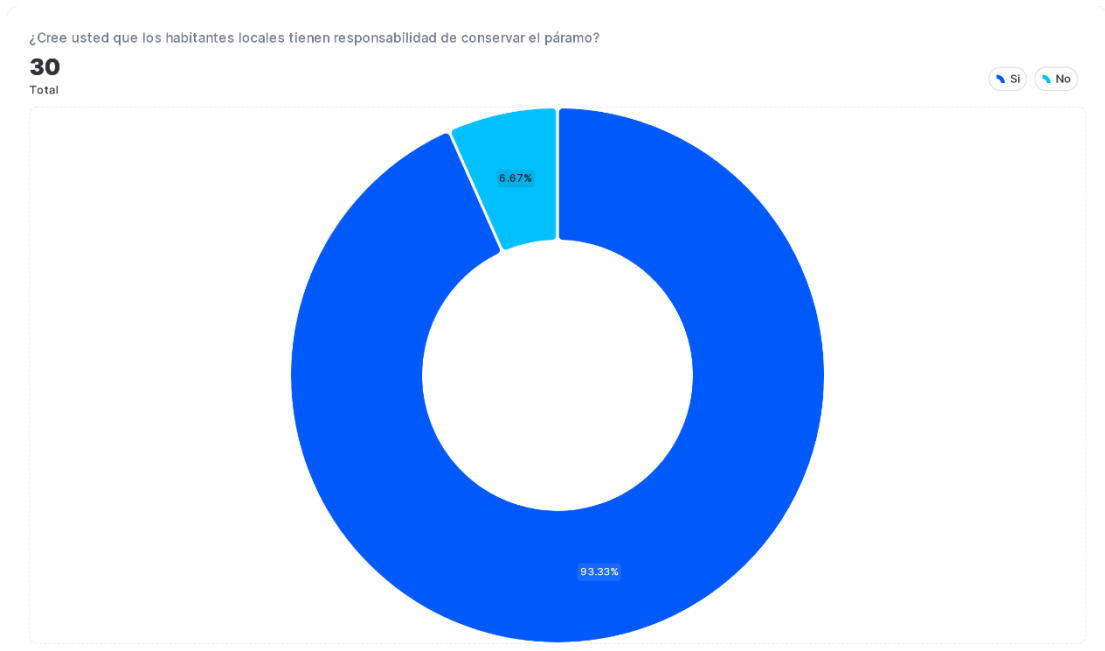
Elaborado por: Johny Mena

5. ¿Cree usted que los habitantes locales tienen responsabilidad de conservar el páramo?

En la tabulación de la pregunta (Fig.10) revela que un aplastante 93.33% de los encuestados reconoce que los habitantes locales tienen la responsabilidad de conservar el páramo, lo que demuestra un fuerte consenso sobre el papel de la comunidad en la gestión ambiental y la preservación del ecosistema. Solamente un 6.67% no considera que los residentes locales tengan esa responsabilidad, lo que puede reflejar una opinión de que la conservación debería ser una iniciativa liderada por autoridades o entidades externas. Esta percepción resalta la relevancia de la gestión participativa y las iniciativas comunitarias en las estrategias de conservación del páramo.

Figura 10.

¿Cree usted que los habitantes locales tienen responsabilidad de conservar el



páramo?

Elaborado por: Johny Mena

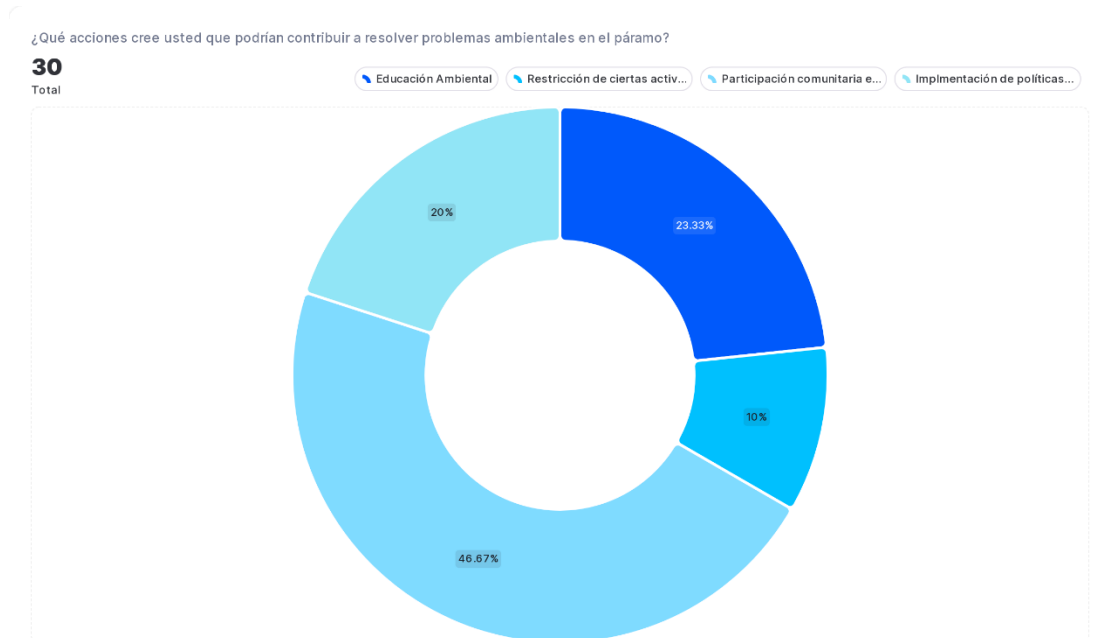
6. ¿Qué acciones cree usted que podrían contribuir a resolver problemas ambientales en el páramo?

En la tabulación de la pregunta (Fig.11) muestra la distribución de las opiniones sobre acciones que podrían resolver problemas ambientales en el páramo. La educación ambiental emerge como la medida más respaldada, con un 46.67%, subrayando el papel crucial de la concienciación y el conocimiento en la gestión ambiental. La restricción de ciertas actividades potencialmente dañinas se considera importante para el 23.33% de los participantes, lo que refleja el apoyo a medidas regulatorias más estrictas. La participación comunitaria en esfuerzos de conservación es valorada por el 20% de los encuestados, lo que indica un reconocimiento de la importancia del involucramiento local en la toma de decisiones y en la ejecución de prácticas sostenibles. Finalmente, la implementación de políticas ambientales específicas es vista como una solución por el 10% de los encuestados, sugiriendo que una fracción de la población ve la

necesidad de reformas políticas dirigidas para abordar eficazmente los desafíos ambientales del páramo.

Figura 11.

¿Qué acciones cree usted que podrían contribuir a resolver problemas



ambientales en el páramo?

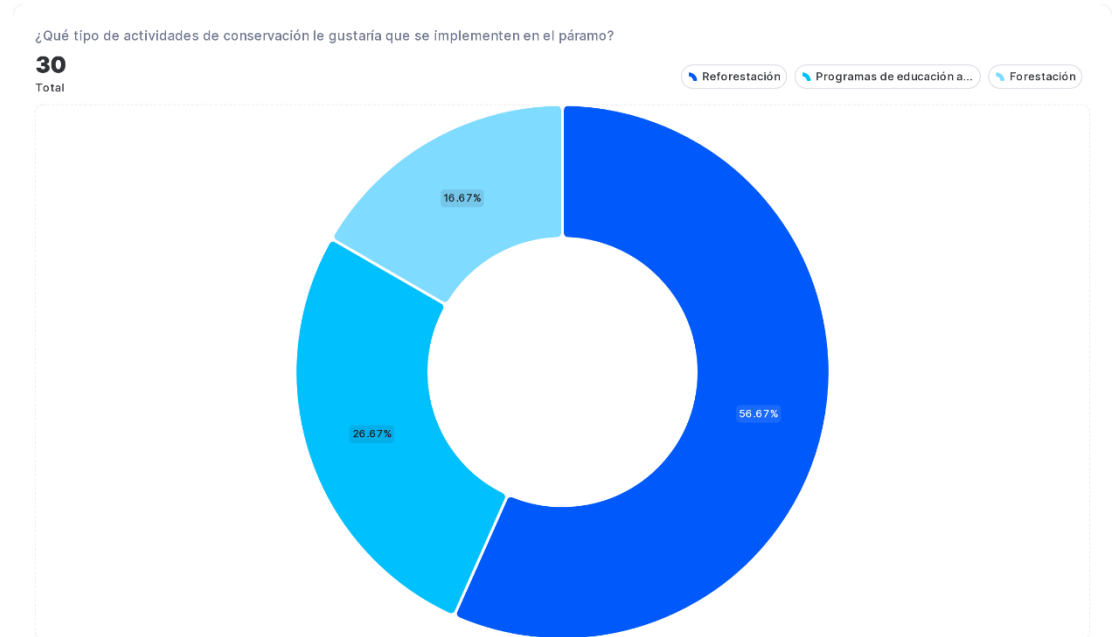
Elaborado por: Johny Mena

7. ¿Qué tipo de actividades de conservación le gustaría que se implementen en el páramo?

En la tabulación de la pregunta (Fig.12) muestra las preferencias de los encuestados sobre tipos específicos de actividades de conservación para el páramo. La reforestación domina con un 56.67%, lo que refleja una prioridad significativa en la restauración de ecosistemas forestales nativos, esencial para la regeneración del hábitat y la captura de carbono. Los programas de educación ambiental son valorados por el 26.67% de los participantes, lo que indica la importancia otorgada a la sensibilización y formación en materia de conservación ambiental. Por último, un 16.67% de los encuestados favorece otras formas de forestación, lo que sugiere un apoyo a la diversificación de las estrategias de plantación que pueden incluir la agroforestería o la silvicultura, subrayando una aproximación integral a la gestión sostenible de los recursos naturales del páramo.

Figura 12.

¿Qué tipo de actividades de conservación le gustaría que se implementen en el



páramo?

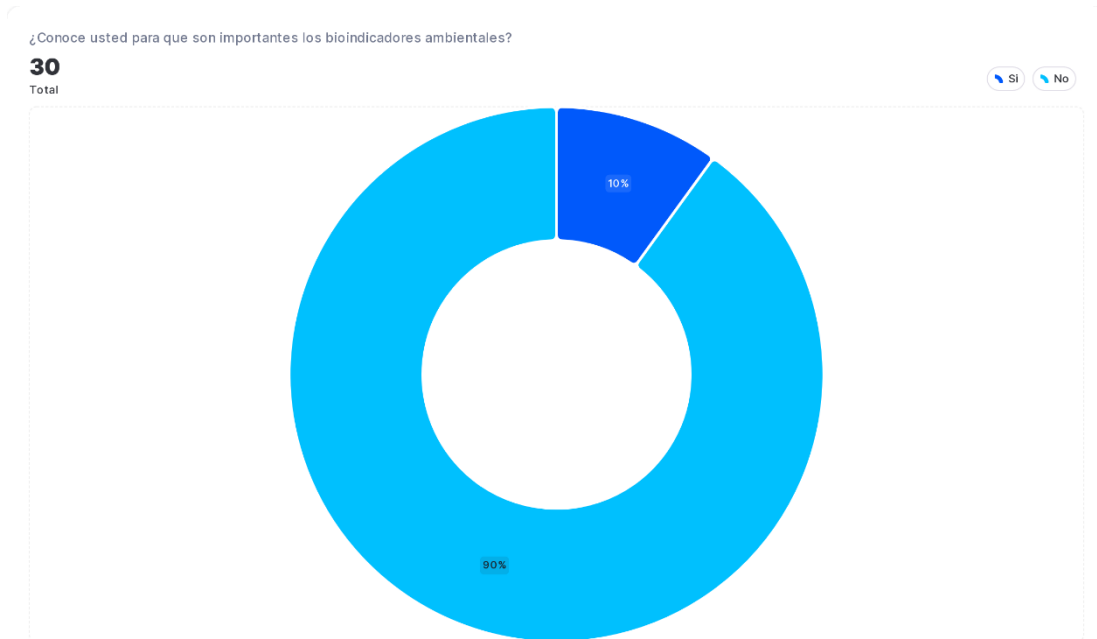
Elaborado por: Johny Mena

¿Conoce usted para que son importantes los indicadores ambientales?

En la tabulación de la pregunta (Fig.13) ilustra que un considerable 90% de los encuestados está informado sobre la importancia de los indicadores ambientales, reflejando un alto grado de conocimiento sobre estas herramientas esenciales en la evaluación de la salud ecológica y la integridad biológica del páramo. Estos bioindicadores son cruciales para monitorizar la respuesta de los ecosistemas a las presiones ambientales y humanas, y su comprensión es indicativa de una conciencia ambiental que puede ser fundamental para la implementación efectiva de estrategias de conservación. En contraste, un 10% no reconoce su importancia, lo que podría indicar una oportunidad para programas de educación ambiental enfocados en aumentar la comprensión del valor de los bioindicadores en la gestión y conservación de los ecosistemas.

Figura 13.

¿Conoce usted para que son importantes los bioindicadores ambientales?



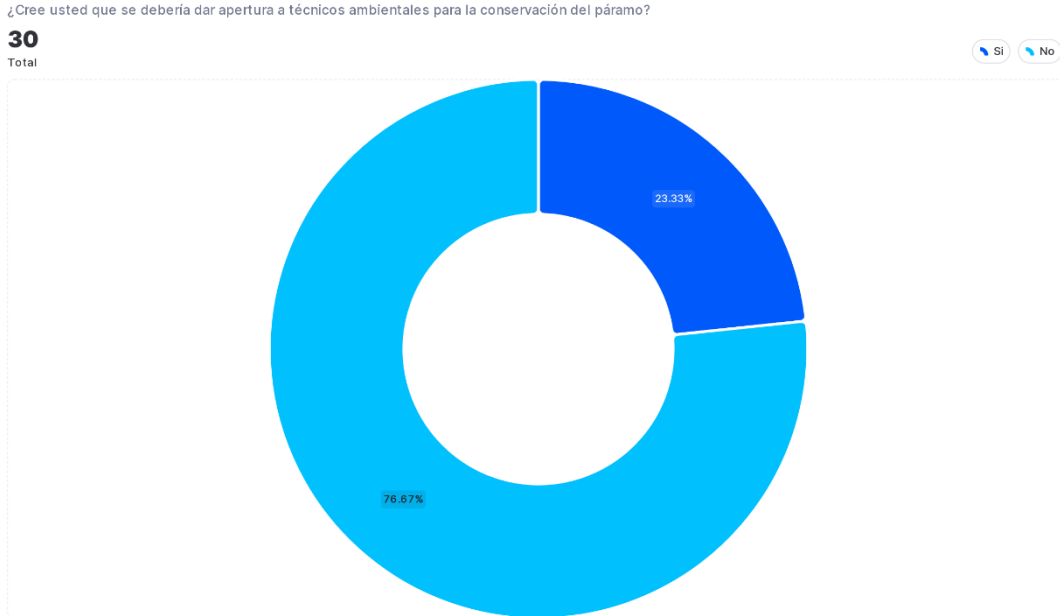
Elaborado: Johnny Mena

8. ¿Cree usted que se debería dar apertura a técnicos ambientales para la conservación del páramo?

En la tabulación de la pregunta (Fig.14) la mayoría de los encuestados no está de acuerdo con la integración de técnicos ambientales en la conservación del páramo, esto refleja una tendencia hacia la autogestión o la preservación basada en el conocimiento local y tradicional. El 23.33% que sí está de acuerdo sugiere que hay un segmento de la población que valora la contribución que los expertos ambientales pueden ofrecer, como la aplicación de metodologías científicas y prácticas avanzadas de manejo del ecosistema.

Figura 14.

¿Cree usted que se debería dar apertura a técnicos ambientales para la conservación del páramo?



Elaborado por: Johny Mena

9. ¿Qué tipo de incentivos considera importante para la conservación y protección del páramo?

En la tabulación de la pregunta (Fig.15) indica que la mayoría de los encuestados, con un 56.67%, percibe que los beneficios económicos son el tipo de incentivo más importante para la conservación y protección del páramo. Esto refleja una tendencia hacia la valoración de incentivos tangibles que pueden proporcionar una compensación directa por actividades de conservación. El reconocimiento comunitario y el acceso a servicios públicos están igualados, cada uno con un 20%, lo que sugiere una apreciación equitativa de los incentivos sociales y de infraestructura como herramientas motivacionales para la gestión ambiental sostenible. Estos resultados enfatizan la preferencia por enfoques que combinan recompensas económicas con el fortalecimiento de la cohesión comunitaria y el desarrollo de servicios básicos, potenciando así un modelo de conservación integrado y socioeconómicamente benéfico.

Figura 15.

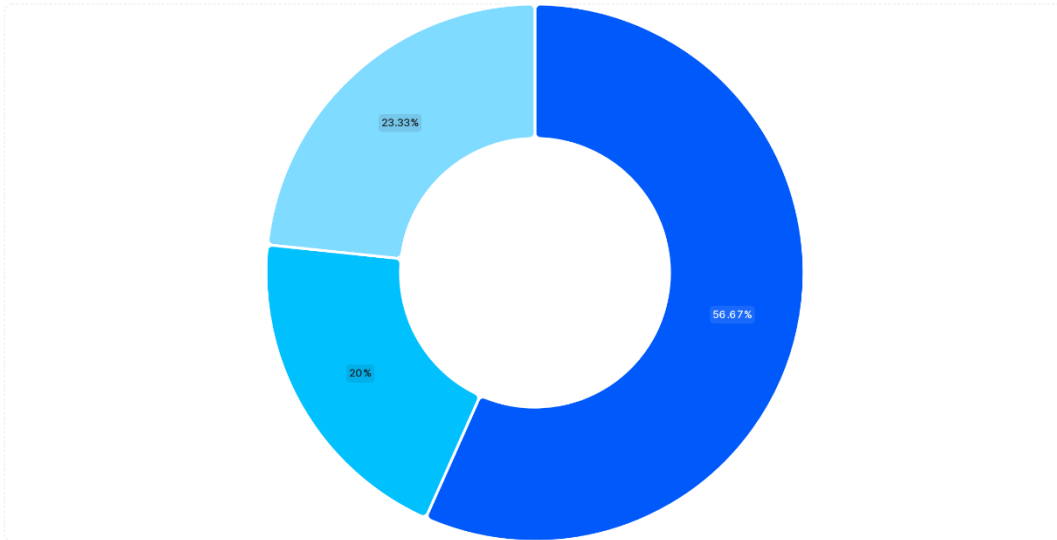
¿Qué tipo de incentivos considera importante para la conservación y protección del páramo?

¿Qué tipo de incentivos considera importante para la conservación y protección del páramo?

30

Total

Beneficios económicos Reconocimiento comunitario Acceso a servicios públicos Otro



Elaborado por: Johny Mena

3.4. Indicadores de sostenibilidad ecológica en respuesta a los desafíos ambientales presentes en el área de investigación.

Para un análisis comprensivo de los indicadores propuestos mediante la metodología PER (Presión, Estado y Respuesta) para el páramo San Isidro, es crucial destacar cómo estos reflejan interacciones complejas entre actividades humanas y el ecosistema. Los indicadores no solo brindan un medio para evaluar la condición actual del páramo sino también para guiar las intervenciones necesarias hacia la sostenibilidad y la conservación.

Tabla 2.*Indicadores de sostenibilidad ecológica en respuesta a los desafíos ambientales presentes en el área de investigación*

Categoría	Presión	Estado	Respuesta	Indicador
Agricultura	Uso intensivo de pesticidas y fertilizantes.	Contaminación del suelo y agua.	Promoción de la agricultura orgánica.	<ul style="list-style-type: none"> - Área de cultivo bajo prácticas orgánicas. - Uso de fertilizantes orgánicos. - Reducción en el uso de pesticidas.
<p>Análisis: La agricultura intensiva ejerce una presión significativa sobre el páramo, principalmente a través del uso de pesticidas y fertilizantes que pueden contaminar suelos y aguas. Los indicadores propuestos permiten monitorear la transición hacia prácticas más sostenibles, como la agricultura orgánica, que reduce la contaminación y mejora la salud del ecosistema. La adopción de estas prácticas no solo beneficia al medio ambiente sino también a la comunidad local, promoviendo una economía sostenible basada en productos orgánicos.</p>				
Ganadería	Sobrepastoreo.	Degradación de pastizales.	Implementación de rotación de pastoreo.	<ul style="list-style-type: none"> - Densidad de ganado por hectárea. - Áreas recuperadas de pastizales. - Implementación de sistemas silvopastoriles.

Análisis: El sobrepastoreo es una práctica común que deteriora los pastizales, llevando a la erosión y pérdida de biodiversidad. Implementar sistemas de rotación de pastoreo y silvopastoriles puede mitigar estos impactos. Los indicadores seleccionados facilitarían evaluar la efectividad de estas estrategias en la recuperación de pastizales y la sustentabilidad de la ganadería en el páramo.

Turismo	Afluencia descontrolada de visitantes.	Erosión de senderos y contaminación.	Creación de senderos ecológicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Número de visitantes por año. - Programas de educación para turistas. - Infraestructuras turísticas sostenibles implementadas.
----------------	--	--------------------------------------	----------------------------------	--

Análisis: Mientras el turismo ofrece beneficios económicos, también puede causar daños ambientales si no se gestiona adecuadamente. Los indicadores de turismo sostenible se centran en la capacidad de carga, infraestructura sostenible y educación de los visitantes, esenciales para preservar la integridad del ecosistema del páramo mientras se aprovechan sus potenciales turísticos.

Educación y Participación Comunitaria	Falta de conciencia ambiental.	Baja participación en conservación.	Programas de educación y sensibilización.	<ul style="list-style-type: none"> - Talleres de educación ambiental realizados. - Proyectos de conservación con participación comunitaria. - Nivel de conocimiento ambiental en la comunidad.
--	--------------------------------	-------------------------------------	---	---

Análisis: La falta de conciencia ambiental entre los residentes y visitantes del páramo puede contribuir a su degradación. Los indicadores sobre educación ambiental y participación comunitaria resaltan la importancia de involucrar a la comunidad en esfuerzos de conservación, lo cual es crucial para el éxito a largo plazo de cualquier iniciativa de sostenibilidad.

Biodiversidad	Pérdida de hábitat.	Disminución de especies.	Programas de conservación de especies.	<ul style="list-style-type: none"> - Número de especies protegidas. - Áreas bajo conservación. - Programas de reforestación implementados.
----------------------	---------------------	--------------------------	--	---

Análisis: La biodiversidad es un indicador clave de la salud del ecosistema. La pérdida de hábitat amenaza a muchas especies. Los indicadores de biodiversidad ayudan a monitorear la eficacia de las acciones de conservación y restauración, fundamentales para mantener los servicios ecosistémicos que el páramo proporciona.

Economía	Actividades no sostenibles.	Dependencia económica de prácticas dañinas.	Fomento de negocios verdes.	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciativas de eco emprendimiento. - Ingresos generados por prácticas sostenibles. - Inversiones en sostenibilidad.
-----------------	-----------------------------	---	-----------------------------	---

Análisis: Las actividades económicas no sostenibles pueden transformarse en oportunidades para promover la sostenibilidad. Los indicadores económicos reflejan la transición hacia un modelo que valora la conservación ambiental y la sostenibilidad, alentando prácticas que generan ingresos sin degradar el páramo.

Manejo de Ecosistemas	Manejo inadecuado de recursos.	Alteración de ecosistemas.	Planes de manejo integral de ecosistemas.	<ul style="list-style-type: none"> - Planes de manejo implementados. - Mejoras en la calidad del ecosistema. - Prácticas de manejo sostenible adoptadas.
------------------------------	--------------------------------	----------------------------	---	---

Análisis: Un manejo efectivo de ecosistemas es esencial para la sostenibilidad del páramo. Los indicadores de manejo de ecosistemas permitirán evaluar la efectividad de las políticas y prácticas implementadas para preservar funciones ecológicas críticas y promover un uso responsable de los recursos naturales.

Uso de Tierra	Expansión agrícola y urbanística.	Pérdida de áreas naturales.	Zonificación y planificación del uso de tierra.	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas designadas para protección ambiental. - Control en la expansión urbana y agrícola. - Políticas de uso de tierra implementadas.
----------------------	-----------------------------------	-----------------------------	---	--

Análisis: El uso inadecuado de la tierra es una presión considerable para el páramo. Los indicadores de uso de tierra proporcionan una herramienta para monitorear y guiar la planificación espacial, asegurando que el desarrollo económico no comprometa la conservación de áreas naturales.

Elaborado por: Johnny Mena

3.5. Implementación de acciones enfocadas en el establecimiento de indicadores para la sostenibilidad.

La matriz a continuación está diseñada para la evaluación y el impulso de prácticas sostenibles específicas para el entorno del páramo, integrando meticulosamente indicadores específicos en múltiples categorías ambientales y socioeconómicas. Cada categoría aborda una faceta distinta de la sostenibilidad, desde prácticas agrícolas hasta la gestión de ecosistemas, pasando por el fomento económico y la conservación de la biodiversidad.

Tabla 3.

Implementación de acciones enfocadas en el establecimiento de indicadores para la sostenibilidad.

Categoría	Indicador	Definición del Indicador	Forma de Medición	Actividades Sugeridas
Agricultura	Área de cultivo bajo prácticas orgánicas	Refiere al porcentaje o área total de tierras agrícolas que utilizan métodos de cultivo sin recurrir a pesticidas y fertilizantes sintéticos, favoreciendo la biodiversidad y la salud del suelo.	Análisis de registros agrícolas y certificaciones orgánicas, complementado con evaluaciones in situ.	Organizar talleres sobre agricultura orgánica y facilitar la transición mediante subvenciones para insumos orgánicos.

	Uso de fertilizantes orgánicos	de	Proporción del uso de fertilizantes derivados de fuentes naturales en comparación con los químicos, para promover prácticas agrícolas sostenibles y mejorar la calidad del suelo.	Encuestas a agricultores sobre tipos y cantidades de fertilizantes usados, y análisis de inventario de insumos agrícolas.	Crear programas de distribución comunitaria de compost y realizar jornadas informativas sobre beneficios de fertilizantes orgánicos.
	Reducción en el uso de pesticidas	el	Disminución en el uso de compuestos químicos destinados al control de plagas, buscando alternativas más sostenibles para la protección de cultivos.	Comparación anual de registros de compra de pesticidas entre periodos para evaluar la reducción en su uso.	Implementar talleres sobre manejo integrado de plagas y promover métodos alternativos como control biológico.
Ganadería	Densidad ganado hectárea	de por	Indica el número de animales por unidad de área, reflejando la intensidad de uso del suelo para actividades ganaderas y su impacto en la sostenibilidad de los pastizales.	Inspecciones de campo y revisión de registros ganaderos para calcular el número promedio de animales por hectárea.	Asesorías sobre manejo sostenible de pastizales y establecimiento de límites de carga animal para prevenir la degradación del suelo.

	Áreas recuperadas de pastizales	Extensión de terreno que ha sido restaurado o rehabilitado para revertir los efectos de la degradación causada por prácticas como el sobrepastoreo.	Medición de la extensión de pastizales antes y después de intervenciones de restauración, utilizando imágenes satelitales y verificaciones terrestres.	Proyectos de reforestación y rehabilitación de pastizales con especies nativas, incluyendo la participación comunitaria en las actividades de restauración.
	Implementación de sistemas silvopastoriles	Integración de árboles, arbustos, y pastizales en un mismo sistema de manejo, combinando la producción ganadera con el cultivo de especies leñosas para mejorar la sostenibilidad ambiental.	Evaluación de la cantidad y extensión de sistemas silvopastoriles establecidos, mediante mapeo y registros agroforestales.	Fomentar la adopción de sistemas silvopastoriles a través de capacitaciones y apoyo técnico, incluyendo incentivos financieros para su implementación.
Turismo	Número de visitantes por año	Refleja la cantidad total de turistas que visitan el área en un año, usado para evaluar el impacto del turismo en el ecosistema.	Contabilización a través de registros en puntos de acceso o mediante la venta de boletos.	Implementar un sistema de reserva para controlar el flujo de visitantes; desarrollar infraestructuras que minimicen el impacto ambiental.

	Programas de educación para turistas	de	Iniciativas diseñadas para informar a los visitantes sobre la importancia de la conservación del ecosistema y cómo pueden contribuir a ella.	Evaluación del número y alcance de programas educativos ofrecidos, junto con la participación de los visitantes.	Organizar talleres y recorridos educativos sobre la biodiversidad local y prácticas de turismo responsable.
	Infraestructuras turísticas sostenibles implementadas		Desarrollos realizados en la zona turística que minimizan el impacto ambiental y promueven la sostenibilidad.	Revisión de proyectos completados y evaluación de su diseño y materiales sostenibles.	Promover la construcción de senderos ecológicos y áreas de descanso que no alteren el hábitat natural.
Educación y Participación Comunitaria	Talleres de educación ambiental realizados	de	Cantidad de eventos o programas educativos llevados a cabo para fomentar el conocimiento y la concienciación ambiental entre la comunidad y visitantes.	Conteo de eventos realizados y asistencia registrada.	Organizar ciclos de talleres en escuelas y centros comunitarios; colaborar con ONGs ambientales para ampliar el alcance.
	Proyectos de conservación con participación comunitaria	de	Iniciativas que involucran activamente a la comunidad local en esfuerzos de conservación y restauración del ecosistema.	Documentación y evaluación de proyectos activos y el nivel de participación comunitaria.	Crear programas de voluntariado para reforestación y limpieza de áreas naturales; establecer comités de conservación comunitaria.

	Nivel de conocimiento ambiental en la comunidad	de la	Grado de entendimiento y conciencia sobre temas ambientales entre los miembros de la comunidad.	Encuestas antes y después de intervenciones educativas para medir cambios en el conocimiento.	Realizar encuestas periódicas para identificar áreas de mejora en la educación ambiental; adaptar los programas educativos a las necesidades identificadas.
Biodiversidad	Número especies protegidas	de	Cantidad de especies locales que están bajo algún grado de protección debido a su importancia ecológica o riesgo de extinción.	Inventario de especies y revisión de listados de protección oficial.	Implementar y monitorear zonas de protección especial; realizar estudios de biodiversidad para actualizar la información sobre especies protegidas.
	Áreas conservación	bajo	Extensión de terreno dedicado a la conservación de la biodiversidad y protección de ecosistemas.	Mapeo de áreas protegidas y cálculo de su extensión total.	Expansión de reservas naturales y áreas protegidas; promover acuerdos de conservación con propietarios de tierras privadas.
	Programas reforestación implementados	de	Esfuerzos realizados para restaurar áreas forestales degradadas o deforestadas a través de la plantación de árboles nativos.	Registro de programas activos y área reforestada.	Organizar jornadas comunitarias de plantación; colaborar con instituciones educativas para incluir programas de reforestación en su currículum.

Economía	Iniciativas de eco emprendimiento	Proyectos o negocios que incorporan prácticas ecológicas y sostenibles en su modelo de operación.	Listado y evaluación de empresas en el área que cumplen con criterios de sostenibilidad.	Crear un programa de mentoría y subvenciones para eco emprendedores; organizar ferias de negocios verdes para aumentar la visibilidad.
	Ingresos generados por prácticas sostenibles	Monto económico obtenido a través de actividades comerciales que aplican principios de sostenibilidad.	Análisis financiero de las empresas locales para determinar la contribución de prácticas sostenibles a su ingreso total.	Talleres sobre cómo monetizar prácticas sostenibles en diversos sectores; asesoramiento sobre acceso a mercados sostenibles.
	Inversiones en sostenibilidad	Fondos destinados a proyectos o iniciativas que buscan mejorar la sostenibilidad ambiental.	Revisión de presupuestos locales y de empresas para identificar inversiones específicas en sostenibilidad.	Establecer incentivos fiscales para inversiones en proyectos sostenibles; fomentar asociaciones público-privadas para financiar iniciativas verdes.
Manejo de Ecosistemas	Planes de manejo implementados	Estrategias y acciones planificadas para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad.	Revisión de documentos oficiales y entrevistas con gestores ambientales para verificar la implementación de planes.	Desarrollo de talleres con stakeholders para la revisión y actualización de planes de manejo; seguimiento y evaluación periódica de los planes implementados.

	Mejoras en la calidad del ecosistema	Cambios positivos en la salud y funcionamiento de los ecosistemas como resultado de prácticas de manejo y conservación.	Evaluaciones ecológicas antes y después de intervenciones para medir mejoras en indicadores de salud ecosistémica.	Implementar proyectos piloto de restauración ecológica; promover prácticas de manejo que incrementen la resiliencia ecosistémica.
	Prácticas de manejo sostenible adoptadas	Adopción de técnicas y estrategias que aseguran el uso responsable y conservación de los recursos naturales.	Encuestas y auditorías a entidades de manejo para cuantificar la adopción de prácticas sostenibles.	Programas de capacitación en manejo sostenible para comunidades locales y empresas; reconocimientos o certificaciones para quienes adopten estas prácticas.
Uso de Tierra	Áreas designadas para protección ambiental	Porciones de tierra oficialmente reservadas para la conservación de la naturaleza y la biodiversidad.	Mapeo y análisis de zonas protegidas existentes mediante el uso de SIG y registros gubernamentales.	Campañas para el incremento de áreas protegidas; colaboraciones con ONGs para gestionar y expandir reservas naturales.

Control en la expansión urbana y agrícola	Medidas adoptadas para limitar el crecimiento de áreas urbanas y agrícolas en lugares críticos para la conservación.	Evaluación de políticas de planificación territorial y registros de permisos de desarrollo.	Establecimiento de límites de desarrollo urbano y agrícola; fomento de prácticas de agricultura vertical o urbana para reducir la presión sobre tierras vírgenes.
Políticas de uso de tierra implementadas	Regulaciones y directrices establecidas para guiar el uso y manejo sostenible de la tierra.	Análisis de documentos de política y entrevistas con planificadores urbanos y ambientales para evaluar la implementación.	Foros comunitarios para discutir y promover políticas de uso de tierra sostenible; revisión y actualización de políticas existentes para alinearlas con objetivos de sostenibilidad.

Elaborado por: Johny Mena

La selección de indicadores como la "Área de cultivo bajo prácticas orgánicas" y la "Reducción en el uso de pesticidas" muestra un enfoque estratégico orientado a mitigar las externalidades negativas de la agricultura convencional. El método de medición propuesto para estos indicadores combina el análisis de datos certificados con evaluaciones en terreno, lo que proporciona una evaluación exhaustiva y verificable del cambio hacia prácticas sostenibles. Las actividades sugeridas complementarias, que incluyen talleres y programas de subvenciones, están diseñadas para fomentar la adopción de estas prácticas por parte de los agricultores locales.

En el sector ganadero, la "Densidad de ganado por hectárea" y la "Implementación de sistemas silvopastoriles" se identifican como indicadores claves para medir la intensidad y el impacto ambiental de las prácticas ganaderas. La incorporación de estrategias agroforestales es indicativa de un modelo de desarrollo rural que busca la armonía con los procesos ecológicos naturales.

Los indicadores en la categoría de turismo resaltan la importancia del equilibrio entre la promoción turística y la conservación ambiental. La medición del "Número de visitantes por año" y la implementación de "Programas de educación para turistas" sugieren un modelo de turismo que busca minimizar el impacto mientras maximiza la conciencia y apreciación ambiental.

En el ámbito de la educación y participación comunitaria, los indicadores como "Talleres de educación ambiental realizados" y "Proyectos de conservación con participación comunitaria" destacan el papel crítico que juega la capacitación y el compromiso cívico en el fomento de la sostenibilidad.

Finalmente, la tabla incorpora indicadores relacionados con la biodiversidad y el manejo de ecosistemas, como el "Número de especies protegidas" y la "Calidad del ecosistema", que son vitales para mantener la integridad estructural y funcional de los páramos. Estos se complementan con medidas como la zonificación para la protección ambiental y políticas de uso de tierra, subrayando un enfoque normativo y regulador necesario para guiar acciones sostenibles.

3.6. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Es viable la implementación de indicadores de sostenibilidad ambiental en el páramo San Isidro, de la parroquia la matriz de cantón Pujilí?

Si, la implementación de indicadores de sostenibilidad ambiental en el páramo San Isidro es viable porque este ecosistema, a pesar de enfrentar retos como la expansión agrícola y la contaminación, dispone de una base de conocimiento preliminar sobre su estado actual y los desafíos ambientales específicos que enfrenta, facilitada por estudios previos y el interés comunitario y gubernamental en su conservación. La viabilidad de implementar indicadores de sostenibilidad ambiental en el páramo San Isidro, ubicado en la parroquia La Matriz del cantón Pujilí, se fundamenta en un análisis robusto basado en encuestas aplicadas a la comunidad local. Se efectuaron 30 encuestas estructuradas en la comunidad de Yacumbamba, diseñadas para evaluar aspectos clave como la calidad del agua, cobertura vegetal, biodiversidad y cambios en el uso del suelo. Estos indicadores se derivaron utilizando la metodología PER (Presión, Estado, Respuesta), permitiendo un enfoque sistematizado para identificar y medir los impactos ambientales y las respuestas de gestión asociadas. Este marco metodológico provee una base técnica sólida para la monitorización continua del estado ambiental del páramo y la efectividad de las intervenciones de conservación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La implementación de técnicas avanzadas como la georreferenciación y el análisis profundo de los factores ambientales prevalentes permitió un diagnóstico integral del páramo San Isidro. Este diagnóstico no solo identificó las principales vulnerabilidades y amenazas a la sostenibilidad del ecosistema, sino que también estableció un punto de referencia esencial para futuras intervenciones de conservación y recuperación. La detección temprana de áreas críticas en riesgo de degradación se ha destacado como un paso crucial para dirigir los esfuerzos de manejo y conservación hacia las zonas más necesitadas.
- La adaptación de la metodología PER al páramo San Isidro ha resultado en un modelo local que sirve como herramienta estratégica para la evaluación continua de la sostenibilidad ambiental. Este modelo ha permitido la identificación precisa de las presiones ambientales, una evaluación rigurosa del estado del ecosistema y la formulación de respuestas adaptativas para mitigar impactos. Además, se han desarrollado indicadores específicos de sostenibilidad ambiental, esenciales para monitorizar el impacto de las actividades humanas y naturales sobre el páramo, proporcionando datos cuantitativos para la toma de decisiones informada y la formulación de políticas de conservación.
- La implementación de la metodología PER en el páramo San Isidro ha conducido a la formulación de indicadores ambientales y específicos, esenciales para el monitoreo preciso y continuo del ecosistema. Estos indicadores permiten no solo evaluar de manera cuantitativa el impacto de las presiones antropogénicas y naturales, sino también orientar las políticas de manejo y conservación hacia prácticas más sostenibles. Su aplicación efectiva resulta en una herramienta crítica para la gestión ambiental, facilitando intervenciones adaptativas que promueven la resiliencia y sostenibilidad del páramo a largo plazo.

Recomendaciones

- Se insta a la Prefectura de Cotopaxi y al Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Pujilí a tomar la iniciativa en el desarrollo e implementación de un sistema integral de monitoreo ambiental para el páramo San Isidro, empleando indicadores de sostenibilidad específicos. Este sistema, diseñado para una evaluación continua de la salud ecológica del páramo, deberá incluir variables críticas como calidad del agua, cobertura vegetal, biodiversidad y cambios en el uso del suelo, aprovechando las capacidades de la teledetección y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para un seguimiento eficaz en el tiempo y el espacio. La activa colaboración y el liderazgo de la Prefectura de Cotopaxi junto con el GAD de Pujilí resultan fundamentales para garantizar la efectividad del sistema de monitoreo propuesto, esencial para la conservación y gestión sostenible del páramo, y para maximizar los beneficios para la comunidad y el ecosistema local en su conjunto.
- Es imprescindible que entidades gubernamentales y organizaciones no gubernamentales diseñen e implementen programas de formación especializados para comunidades locales, autoridades. Estos programas deben centrarse en métodos avanzados de conservación, gestión sostenible de recursos y adaptación al cambio climático. Deben integrar técnicas de agricultura regenerativa, eficiencia en la gestión de recursos hídricos y estrategias de conservación de la biodiversidad. La capacitación debería combinar la aplicación de avances científicos y tecnológicos con la revalorización de conocimientos indígenas y locales, contribuyendo así a la resiliencia y sostenibilidad ambiental y social de la región.
- La responsabilidad de formular e implementar políticas públicas y estrategias de manejo basadas en la evidencia de los indicadores de sostenibilidad ambiental recae en las autoridades gubernamentales a nivel local y nacional. Estas deben desarrollar marcos regulatorios y sistemas de incentivos que fomenten prácticas de uso del suelo que favorezcan la conservación de los páramos, la restauración de áreas degradadas y la protección de ecosistemas críticos. Es crucial que dichas políticas se diseñen mediante un proceso participativo que incluya a todas las partes interesadas, garantizando que se

alineen con los objetivos de desarrollo sostenible y las estrategias de adaptación al cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

- Cáceres, J. (2019). *Los páramos de la parte altoandina de la Reserva de la Biosfera Macizo del Cajas (Ecuador): Gestión para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos*. 14–15.
- Camacho, B. (2003). La población y la muestra. *Metodología de La Investigación Científica*, 2–3.
<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/4557/3266.pdf;jsessionid=5BB24EDBED4D387B60AD3538F7644DA5?sequence=1>
- Camacho, M. (2013). Los Páramos Ecuatorianos : Caracterización Y Consideraciones Para Su Conservación Y. *ANALES de La Universidad Central Del Ecuador* 372, 76–92.
- Cuesta, F., Muriel, P., Llambí, L., & Halloy, S. (2016). Accepted Article dynamics Accepted Article. *Journal of Avian Biology, Accepted Author Manuscript*. doi:10.1111/jav.00934, 0–2.
- D'Angelo Gagneten, M. E., Durán, A., García, M. D., López Calderón, A., Passalía, C., Regaldo, L., Reno, U., Scaravino, C. A., & Vidal, E. (2022). *Gestión ambiental. Introducción a sus instrumentos y fundamentos*. www.unl.edu.ar/editorial
- De Leeuw, J. (2009). Journal of statistical software. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 1(1), 128–129.
<https://doi.org/10.1002/wics.10>
- Dirven, M., & Candia, D. (2020). Medición de lo rural para el diseño e implementación de políticas de desarrollo rural. *Naciones Unidas, CEPAL. FIDA*, 84. www.cepal.org/apps
- Eduardo Villacís. (2010). Universidad Técnica de Cotopaxi UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI. *Repositorio Uta*.
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>
- Frohmann, A., & Olmos, X. (2013). HUELLA DE CARBONO, EXPORTACIONES Y ESTRATEGIAS EMPRESARIALES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO. *Comisión Económica Para América Latina y El*

- Caribe (CEPAL)*, 9–12.
<https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/4101/S2013998rev1.pdf>
- Gass, A. C. (2007). El informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático. *Ecosistemas*, 16(1), 124–125.
- Guanabara, E., Ltda, K., Guanabara, E., & Ltda, K. (n.d.). *RACIONALIDAD AMBIENTAL La reapropiación social de la naturaleza*.
- INAE. (2014). *Índice de Bienestar Económico Sostenible (IBES)*. 35.
<http://www.economia.unam.mx/cedrus/descargas/ibesc.pdf>
- INEC. (2010). Instituto Nacional De Estadística y Censos-Provincia de Cotopaxi. *Censo de Población y Vivienda*, 3–8.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). El Censo informa: Educación. *INEC-Censo 2010*, 19. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/capitulo_educacion_censo_poblacion_vivienda.pdf
- Martínez Castillo, R. (2007). Algunos aspectos de la huella ecológica. *InterSedes: Revista de Las Sedes Regionales*, VIII(14), 11–25.
- Massolo, L. (2020). Introducción a las herramientas de gestión ambiental. *Introducción a Las Herramientas de Gestión Ambiental*.
<https://doi.org/10.35537/10915/46750>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2020). *Informe de rendición de cuentas*. 1–104. <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/informe-RDC-2018-final.pdf>
- Paredes, P. (2020). *Estudios de la gestión Urbana*.
- Quiroga Martínez, R. (2009). *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales*.
- Quiroga, R. (2007). Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. In *Publicación de las Naciones Unidas*.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5498/S0700589_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Reyes, B. (2003). Mathis Wackernagel y William Rees, Nuestra huella ecológica:

Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra, IEP/Lom Ediciones, Santiago 2001, 207 p. *Polis. Revista Latinoamericana*, 4, 207p.
<http://hdl.handle.net/10915/43024>

Rojas, M. G., & Romo, E. C. (2022). Degradación de la vegetación de páramo por efecto de la ganadería en el Parque Nacional Llanganates, Ecuador. *Revista Verde de Agroecología e Desenvolvimento Sustentável*, 17(1), 27–34.
<https://doi.org/10.18378/rvads.v17i1.9093>


Schmid, R., & Luteyn, J. L. (1999). Páramos: A Checklist of Plant Diversity, Geographical Distribution, and Botanical Literature. *Taxon*, 48(3), 616.
<https://doi.org/10.2307/1224592>

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2014). Plan Nacional de Desarrollo/Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. In *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, (SEMPLADES) Quito-Ecuador* (p. 130). <http://www.buenvivir.gob.ec/>

UNDESA, & UNITAR. (2020). Participación de actores en la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. *Sustainable Development Knowledge Platform*.
<https://sustainabledevelopment.un.org/StakeholdersGuideEspanol>

Urgiles, N., Santin, J., Cevallos, P., & Aguirre, N. (2015). Diversidad de briófitos de los Páramos de Cajanuma del Parque Nacional Podocarpus. In *Cambio climático y Biodiversidad: Estudio de caso de los páramos del Parque Nacional Podocarpus, Ecuador* (Issue April 2016).
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5009.1921>

ANEXOS

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI POSGRADO</p> <p style="text-align: center;">MAESTRIA EN GESTIÓN AMBIENTAL MENCIÓN DESARROLLO SOSTENIBLE</p>	Fecha:
FORMULARIO DE ENCUESTA DIRIGIDA A LOS MORADORES DEL SECTOR YACUBAMBA		Encuesta N°
<p>Objetivo: Evaluar la percepción de la comunidad de Yacubamba sobre el estado ambiental del páramo, mediante la realización de una encuesta participativa, con el fin de identificar áreas críticas de preocupación y fortalecer la participación comunitaria en la conservación y gestión sostenible de los recursos naturales.</p>		
<p>Instrucciones Lea detenidamente cada una de las preguntas y marque con una (x) la alternativa que considere apropiada.</p>		
<p>1) ¿Cuáles son las principales actividades en la zona?</p> <p>Agricultura</p> <p>Ganadería</p> <p>Turismo</p> <p>Otro</p> <p>2) ¿Qué actividades considera usted que está produciendo cambios en el páramo?</p> <p>Tala de árboles</p> <p>Avance de la frontera agrícola</p> <p>Introducción de especies agrícolas y ganaderas</p> <p>Asentamientos humanos</p> <p>3) ¿Cuál sería un problema ambiental específico que le preocupe?</p> <p>Pérdida de biodiversidad</p>		

Contaminación del agua

Cambio climático

4) ¿Cree usted que se debe promover el turismo comunitario?

Si

No

5) ¿Cree usted que los habitantes locales tienen responsabilidad de conservar el páramo?

Si

No

65+5

6) ¿Qué acciones cree usted que podrían contribuir a resolver problemas ambientales en el páramo?

Educación Ambiental.

Restricción de ciertas actividades.

Participación comunitaria en proyectos de conservación

Implementación de políticas ambientales

7) ¿Qué tipo de actividades de conservación le gustaría que se implementen en el páramo?

Reforestación

Programas de educación ambiental

Forestación

8) ¿Conoce usted para que son importantes los bioindicadores ambientales?

Si

No

9) ¿Cree usted que se debería dar apertura a técnicos ambientales para la conservación del páramo?

Si

No

10) ¿Qué tipo de incentivos considera importante para la conservación y protección del páramo?

Beneficios económicos

Reconocimiento comunitario

Acceso a servicios públicos

Otro

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN !

Anexo 1. Comunidad aledaña al Páramo



Anexo 2. Actividad agrícola en el páramo.



Anexo 3. Páramo San Isidro



Anexo 4. Fauna de los moradores del sector



Anexo 5. Visualización de las actividades agrícola en el sector



Anexo 6. Levantamiento de coordenadas del páramo.

