

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO

CARRERA DE INGENIERÍA EN RIESGOS DE DESASTRES

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN RIESGOS DE DESASTRES

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

"VULNERABILIDAD DE LA VEGETACIÓN ANTE INCENDIOS FORESTALES EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN HÍDRICA, COMUNIDAD CRUZ DE VENTANAS, PARROQUIA SIMIÁTUG, CANTÓN GUARANDA, PERÍODO AGOSTO – DICIEMBRE 2025"

AUTORES:

Misael Alexander Bayas Ramírez, Wendi Aracely Lainaguan Tualombo

DIRECTORA:

Ing. María Tránsito Vallejo Ilijama, Mgtr.

GUARANDA – ECUADOR

2026

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios por darme la vida, salud y sabiduría necesaria para culminar este proceso académico. Por guiarme en cada paso, por no dejarme solo en los momentos difíciles y brindarme fortaleza para seguir adelante, asimismo, por sus bendiciones firmes a lo largo de esta trayectoria.

A mis padres, Carmen Ramírez y Misael Bayas, por su apoyo incondicional, su motivación constante durante toda mi formación académica. Gracias por estas siempre presentes para mí y mis herman@s, por confiar y por impulsarme a no rendirme y seguir adelante en cada etapa de mi vida universitaria.

A mis hermanas, Nataly, Alisson, Melany y a mi ñañito Emiliano, por ser esa fuente constante de alegría, por sus ocurrencias, su cariño y sobre todo por brindarme ese amor fraterno que fue parte fundamental en los momentos difíciles.

A mi compañera de tesis y más que compañera amiga, por su paciencia, su apoyo y por compartir este camino conmigo.

A mis amigas, Melany Borja y Andreina Aguaguiña, por su apoyo, por estar pendientes de mi proceso, por estar en esos momentos difíciles, por sus palabras de aliento y sobre todo gracias por su amistad sincera.

Agradezco a todas las personas que de manera directa o indirecta contribuyeron en la elaboración de este trabajo.

Bayas Ramírez Misael Alexander

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme fortaleza, sabiduría y constancia para culminar una de las etapas más importantes de mi formación académica.

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi tutora de tesis, por su dedicación, paciencia y los valiosos conocimientos compartidos durante este proyecto. De igual forma, agradezco a los docentes que nos acompañaron durante este proceso, por su apoyo y orientación académica.

Agradezco a mi madre por su motivación constante y apoyo incondicional.

A mí compañero de tesis y gran amigo por su dedicación y paciencia durante el desarrollo de nuestro proyecto.

Finalmente, un agradecimiento especial a naye, mi amiga, por su compañía, apoyo, por estar presente en los momentos difíciles y por motivarme a seguir adelante cuando creía no poder más.

Lainaguan Tualombo Wendi Aracely

DEDICATORIA

Dedico a Dios, quien ha sido mi base fundamental de mi vida y por este paso que estoy dando. Es mi guía y mi fortaleza a lo largo de este camino y por permitirme alcanzar esta meta de mi vida.

A mis padres, Rómulo Misael Bayas Morocho y Carmen Cecilia Ramírez Ramírez, quienes han sido mi pilar fundamental, los amores mi vida, el regalo más bonito que dios me dio. Este logro es parte de ellos porque detrás de cada paso que he dado están sus esfuerzos, sacrificios y su amor incondicional, y sobre todo por impulsarme cuando más lo necesitaba. Todo lo que he ido construyendo es gracias a ustedes.

Y principalmente me dedico a mí, porque solo yo sé lo difícil que fue llegar hasta este camino, cada esfuerzo, caída y momentos duros que tuve que levantarme forma parte esencial de este proceso.

A ese niño que soñaba con estos momentos, hoy le digo que lo estamos logrando y que solo es el comienzo, no me quiero conformar con esto, quiero seguir creciendo, superándome tanto en lo profesional como en lo personal eso si nunca olvidando mis raíces, siempre buscando ser mejor sin dañar al resto.

Bayas Ramírez Misael Alexander

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a la persona más importante en mi vida, al amor de mi vida, *mi mamá*, quien es y siempre será mi pilar fundamental, mi mayor fortaleza y mi guía en cada paso que he dado en la vida. Gracias por sus sacrificios, su apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y tener fe en mí misma.

A todas las personas que creyeron en mí, y me impulsaron a seguir adelante, siendo luz en los momentos estresantes de este camino.

Lainaguan Tualombo Wendi Aracely

CERTIFICADO DEL TUTOR

Guaranda, 12 de junio de 2026

La suscrita Ingeniera María Tránsito Vallejo Ilijama, Directora del Proyecto de Investigación de pregrado de la carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: "Vulnerabilidad de la vegetación ante Incendios Forestales en el Área de Conservación Hídrica, comunidad Cruz de Ventanas, parroquia Simiátug, cantón Guaranda, Período agosto – diciembre 2025"; realizado por los estudiantes: Bayas Ramírez Misael Alexander y Lainaguan Tualombo Wendi Aracely, ha sido debidamente revisado y se han cumplido los requisitos académicos y legales establecidos por la Universidad.

Por lo tanto, se encuentra en condiciones de proceder a la publicación correspondiente.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

ING. MARÍA TRÁNSITO VALLEJO ILIJAMA

DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE PREGRADO

UEB | UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR

BIBLIOTECA GENERAL

DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Bayas Ramírez Misael Alexander y Lainaguan Tualombo Wendi Aracely portador/res de la Cédula de Identidad No 0250084548 y 0202002176 en calidad de autor/res y titular/es de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: Vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales en el área de conservación hídrica, comunidad Cruz de Ventanas, parroquia Simiátug, cantón Guaranda, período agosto – diciembre 2025, modalidad proyecto de investigación, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Los autores declaran que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.



Misael Alexander Bayas Ramírez



Wendi Aracely Lainaguan Tualombo

CERTIFICACIÓN DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO,

EMITIDO POR EL TUTOR.

Guaranda, 28 de abril de 2026.

La suscrita Ingeniera María Vallejo Mgtr. En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación de Pre Grado de la carrera de Riesgos de Desastres de la Universidad Estatal de Bolívar.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: "VULNERABILIDAD DE LA VEGETACIÓN ANTE INCENDIOS FORESTALES EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN HÍDRICA, COMUNIDAD CRUZ DE VENTANAS, PARROQUIA SIMIATUG, CANTÓN GUARANDA. PERÍODO AGOSTO – DICIEMBRE 2025."; realizado por los señores: **Misael Alexander Bayas Ramírez y Wendi Aracely Lainaguan Tualombo** ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la Universidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a verdad.



ING. MARIA VALLEJO

TUTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE PRE GRADO

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 19

1.1. Planteamiento del Problema 19

1.2. Formulación del Problema 20

1.3. Preguntas de Investigación 20

1.4. Objetivos: General y Específicos 21

1.4.1. Objetivo general 21

1.4.2. Objetivos específicos 21

1.5. Justificación 21

1.6. Hipótesis 23

1.7. Variables (Operacionalización) 23

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 25

2.1. Referencial o Georreferencial 25

2.2. Antecedentes 26

2.3. Científico 29

2.4. Legal 35

2.5. Conceptual 39

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA 43

3.1. Tipo de Investigación 43

3.2. Enfoque de la investigación 43

3.3. Método de Investigación 44

3.3.1. Método General 44

3.3.2. Por Alcance de resultados 45

3.3.3. Por el período de tiempo 45

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos 45

3.5. Universo, Población y Muestra 48

3.5.1. Universo 48

3.5.2. Población 48

3.5.3. Muestra 49

3.6. Técnicas de análisis y procesamiento de la Información 49

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 55

4.1 Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados 55

4.1.1. Resultados del Objetivo 1. Identificar la vegetación existente en la zona de conservación hídrica de la comunidad Cruz de Ventanas 55

4.1.2. Resultados del Objetivo 2. Zonificar las especies vegetales vulnerables a la amenaza de incendios forestales en la zona de estudio 85

4.1.3. Resultados del objetivo 3. Diseñar una propuesta para la reducción de la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales en el Área de protección hídrica

102

4.2. Comprobación de hipótesis 108

CAPÍTULO V. PROPUESTA 113

CONCLUSIONES 113

RECOMENDACIONES.....114

BIBLIOGRAFÍA 115

ANEXOS 123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de especies por familia 55

Tabla 2. Resultados generales de la zonificación de las especies vegetales expuestas a incendios forestales. 92

Tabla 3. Especies de muy alta exposición a incendios forestales 96

Tabla 4. Especies de alta exposición a incendios forestales..... 97

Tabla 5. Especies vegetales con una Moderada exposición a incendios forestales 98

Tabla 6. Especies vegetales con baja exposición a incendios forestales..... 99

Tabla 7. Especies vegetales con Muy Baja exposición a incendios forestales..... 100

Tabla 8. Valores Observados (Chi Cuadrado) 109

Tabla 9. Valores Esperados (Chi Cuadrado) 110

Tabla 10. Chi Cuadrado.....111

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación geográfica de la comunidad cruz de ventanas, con delimitación del área de conservación hídrica 25

Mapa 2. Localización de los puntos registrados de vegetación en las salidas de campo86

Mapa 3. Resultado de la unión de los 6 vuelos (Ortofoto del área de conservación) 87

Mapa 4. Distribución de la vegetación existente de los puntos levantados en la zona de estudio 88

Mapa 5. Resultado ráster de la clasificación supervisada 89

Mapa 6. Mapa de susceptibilidad a incendios de la Comunidad Cruz de Ventanas 90

Mapa 7. Zonificación de las especies vegetales vulnerables a la amenaza de incendios forestales 91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Tipos de hojas según su forma 31

Ilustración 2. Tipo de hoja en fronda..... 32

Ilustración 3. Clasificación de las hojas compuestas 33

Ilustración 4. Morfología de hojas 33

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son una amenaza potencial para los ecosistemas naturales, particularmente en los páramos, donde la vegetación tiene características específicas que influyen en su susceptibilidad al fuego (Sarango et al., 2019). En este entorno, la ubicación geográfica, composición florística, y la estructura de la vegetación son elementos que influyen en el nivel de vulnerabilidad frente a esta amenaza (Marmol, 2022).

En Ecuador los páramos desempeñan una función importante en la regulación de los recursos hídricos y protección de la biodiversidad (Chuncho, C. & Chuncho, G., 2019). No obstante, su fragilidad ecológica los hace vulnerables ante factores externos. Por ello, es crucial identificar las zonas donde las especies presentan mayor vulnerabilidad.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales en el área de conservación hídrica ubicada en la comunidad Cruz de Ventanas, parroquia Simiátug, cantón Guaranda. Para obtener este resultado se utiliza Sistemas de Información Geográfica (SIG) como método, asimismo, la clasificación supervisada y análisis espacial de las especies localizadas en el sitio.

Los resultados de esta investigación, además de la identificación de las especies, permite la zonificación de las mismas de acuerdo con el nivel de vulnerabilidad frente a incendios forestales en la zona de estudio. De esta manera, esta información resulta útil para diseñar medidas para la reducción de la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales en el área de conservación hídrica.

Este proyecto está estructurado en V capítulos. En el capítulo I se desarrolla la formulación general del proyecto, que abarca el planteamiento y formulación del problema,

preguntas de investigación, la justificación, elaboración de objetivos, la hipótesis y la operacionalización de variables con relación a la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales; en el capítulo II se expone el marco teórico, en este apartado se recopila el sustento científico, conceptual y legal de esta investigación. En el capítulo III se describe la metodología que se aplicó en el desarrollo del proyecto, detallando el uso de Sistemas de Información Geográfica, clasificación supervisada, levantamiento georreferenciado, análisis espacial y procesamiento de ortografías que se obtuvieron por medio de drones; el capítulo IV presenta los resultados que se obtuvo por cada objetivo específico, integrando la identificación de las especies en el área de estudio, zonificación de las especies vulnerables ante incendios forestales, análisis de distribución espacial de las mismas y el desarrollo de propuestas de reducción . Finalmente, en el capítulo V se evidencia la comprobación de hipótesis, conclusiones y recomendaciones generadas a partir del proyecto.

RESUMEN

Este proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales en el área de conservación hídrica de la comunidad Cruz de Ventanas, parroquia Simiátug, cantón Guaranda. El estudio se enfoca primero en la identificación y caracterización de la vegetación existente en este sector, luego en la determinación del nivel de susceptibilidad ante esta amenaza.

Referente a la metodología utilizada en esta investigación, es de tipo no experimental con un enfoque mixto, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), técnica de clasificación supervisada, levantamiento de información en campo y toma de imágenes aéreas. Esto permitió la identificación y clasificación de las especies con el fin de determinar el nivel de vulnerabilidad ante incendios forestales de acuerdo a su distribución espacial y composición.

Con los resultados obtenidos se demostró que la Cortaderia sericantha, Gentianella foliosa, Thamnolia vermicularis, Celmisia incana y Valeriana microphylla son especies que se localizan en las áreas con mayor susceptibilidad frente a incendios forestales. De igual forma, se comprobó que si influye la especie vegetal en el nivel de vulnerabilidad frente a incendios forestales.

Se concluye que la vegetación existente en la zona de conservación presenta vulnerabilidad diferenciada ante incendios forestales, destacando lo fundamental que es establecer este análisis en la elaboración de medidas de reducción ante esta amenaza.

Palabras clave: incendios forestales, páramo, sistemas de información geográfica, vegetación, vulnerabilidad ecológica.

ABSTRACT

This research project aimed to evaluate the vulnerability of vegetation to forest fires in the water conservation area of the Cruz de Ventanas community, Simiátug parish, Guaranda canton. The study focuses first on identifying and characterizing the existing vegetation in this sector, and then on determining its level of susceptibility to this threat.

Regarding the methodology used in this research, it is non-experimental with a mixed-methods approach, employing Geographic Information Systems (GIS), supervised classification techniques, field data collection, and aerial imagery. This allowed for the identification and classification of species in order to determine their level of vulnerability to forest fires based on their spatial distribution and composition.

The results obtained demonstrated that Cortaderia sericantha, Gentianella foliosa, Thamnolia vermicularis, Celmisia incana, and Valeriana microphylla are species found in areas with the highest susceptibility to forest fires. Likewise, it was confirmed that the plant species does influence the level of vulnerability to forest fires.

It is concluded that the vegetation in the conservation area exhibits varying vulnerability to forest fires, highlighting the fundamental importance of establishing this analysis for developing measures to mitigate this threat.

Keywords: forest fires, paramo, geographic information systems, vegetation, ecological vulnerability.

CAPÍTULO I. FORMULACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1. Planteamiento del Problema

A nivel mundial, existe un crecimiento de incendios forestales debido a la intensidad del cambio climático y actividades humanas. De acuerdo con la FAO, entre 340 y 370 millones de hectáreas de la superficie terrestre son afectadas anualmente por incendios forestales lo que ocasiona la pérdida de biodiversidad (FAO, 2024).

Uno de los países que experimenta un incremento considerable en la incidencia de incendios forestales es Ecuador, debido a las actividades humanas como la quema agrícola y la expansión de la frontera agropecuaria. A principios del año 2024, nuestro país sufrió la peor sequía en 61 años, lo que provocó la frecuencia de más de 5.000 incendios forestales en el país (Delcas, 2024).

Además, Ecuador es reconocido por su gran biodiversidad, donde se encuentran numerosas hectáreas de vegetación, incluyendo ecosistemas de páramo que se encuentran en zonas de conservación hídrica (González et al., 2024). La comunidad Cruz de Ventanas ubicada en la parroquia Simiátug, es un ecosistema de páramo con una cobertura vegetal muy amplia, expuesto a incendios forestales debido a varios factores climáticos y actividades antrópicas que generan un riesgo para la conservación de la vegetación existente en la zona de estudio.

Las limitadas estrategias de prevención y control de incendios han provocado la alteración de los ecosistemas naturales y su pérdida; por ende, surge la necesidad de conocer el nivel de vulnerabilidad de la cobertura vegetal frente a incendios forestales, con el fin de obtener información técnica para establecer medidas de reducción de riesgo y conservación ambiental en la zona de estudio.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales en el área de conservación hídrica, comunidad Cruz de Ventanas parroquia Simiátug, cantón Guaranda, período agosto – diciembre 2025?

1.3. Preguntas de Investigación

Pregunta de investigación general:

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad de la vegetación ante los incendios forestales en el área de conservación hídrica en la comunidad Cruz de Ventanas, parroquia Simiátug, cantón Guaranda?

Preguntas específicas:

1. **En relación con la identificación de la vegetación existente:**
    - ¿Qué especies vegetales predominan en el área de conservación hídrica?
    - ¿Cuáles son las características florísticas y estructurales de las especies que se encuentran en la zona de trabajo?
2. **Respecto a la zonificación de las especies vulnerables frente a incendios forestales**
    - ¿Cómo se distribuye espacialmente las especies dentro de la zona de conservación hídrica?
    - ¿Qué especies se localizan en zonas con mayor nivel de vulnerabilidad a incendios forestales?
    - ¿Qué porcentaje de la zona de estudio presenta niveles muy altos de susceptibilidad a incendios forestales¨?

3. **En cuanto a la propuesta de reducción de vulnerabilidad**
    - ¿Qué medidas de prevención y mitigación pueden implementarse para la reducción de vulnerabilidad de las especies frente a incendios forestales?
    - ¿Qué estrategias son factibles para fortalecer la gestión comunitaria y preservar la cobertura vegetal?

1.4. Objetivos: General y Específicos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales en la zona de conservación hídrica, comunidad Cruz de Ventanas, parroquia Simiátug, cantón Guaranda, período agosto – diciembre 2025.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar la vegetación existente en el área de conservación hídrica de la comunidad Cruz de Ventanas.
- Zonificar las especies vegetales vulnerables a la amenaza de incendios forestales en la zona de estudio.
- Diseñar una propuesta para la reducción de la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales en el área de conservación hídrica.

1.5. Justificación

Los incendios forestales son factores principales que exponen a nuestro ecosistema y sobre todo a la biodiversidad de nuestro país, ya que afectan extensas hectáreas de cobertura vegetal. En la comunidad Cruz de Ventanas ubicada en la parroquia Simiátug del cantón Guaranda conserva recursos hídricos que en su mayor parte es gracias al equilibrio ecológico de

su hábitat. La ocurrencia de los incendios forestales en esta zona pone en peligro a estos ecosistemas, debido a afectan directamente a la vegetación de la comunidad.

Este estudio se justifica por la necesidad de determinar el nivel de vulnerabilidad existente de la vegetación ante incendios forestales en las áreas de conservación hídrica, mediante la identificación, caracterización y zonificación de las especies ante esta amenaza; que contribuya en la elaboración de medidas para reducir la vulnerabilidad y al fortalecimiento de su conservación. Además, la elaboración de esta investigación proporciona datos importantes para la toma de decisiones frente a los incendios forestales.

Como aporte científico, esta investigación nutre al conocimiento sobre la vulnerabilidad de la vegetación de páramo ante incendios forestales, por medio del análisis de composición florística y distribución geográfica. Además, en el ámbito social y ambiental los resultados que se obtiene al realizar este estudio sirven como una base para futuros estudios que se relacionan con la gestión del riesgo y la conservación ambiental; asimismo, se puede utilizar como apoyo para campañas de concientización comunitaria y fortalecimiento de acciones de prevención.

En este sentido la investigación adquiere una relevancia a nivel local como regional sobre esta amenaza, fortaleciendo la sostenibilidad de los páramos y la protección de los recursos naturales que son muy esenciales para la vida; por último, desde el enfoque de la gestión de riesgo de desastres esta investigación logra relevancia al integrar herramientas de análisis geoespacial para determinar el nivel de vulnerabilidad de las especies vegetales frente a incendios forestales, permitiendo de tal forma, no solo identificar las áreas con más susceptibilidad, sino también generar información técnica que contribuya a la toma de decisiones e implementación de medidas de reducción del riesgo en este ecosistema.

1.6. Hipótesis

¿Influye la especie vegetal en el nivel de susceptibilidad frente a incendios forestales?

Ho: No influye la especie vegetal en el nivel de susceptibilidad frente a incendios forestales

Hi: Si influye la especie vegetal en el nivel de susceptibilidad frente a incendios forestales

1.7. Variables (Operacionalización)

Variable dependiente:

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Vulnerabilidad de la vegetación	Es el grado de susceptibilidad de la cobertura vegetal ante incendios forestales, analizado desde su distribución territorial y su exposición a áreas con diferentes niveles de amenaza (Instituto de Hidrología, 2023)	Caracterización florística y estructural	Número de especies identificadas	Cuantitativa	Tabla de sistematización de especies
			Familia botánica	Nominal	Revisión bibliográfica
			Estrato vegetal (Herbácea, arbustiva, subarbustiva)	Nominal	Registro fotográfico – Revisión bibliográfica
		Distribución espacial	Ubicación geográfica de las especies	Nominal	

			Tipo de especies vegetales	Cualitativa	Avenza Maps SIG (ArcGis)

Variable independiente:

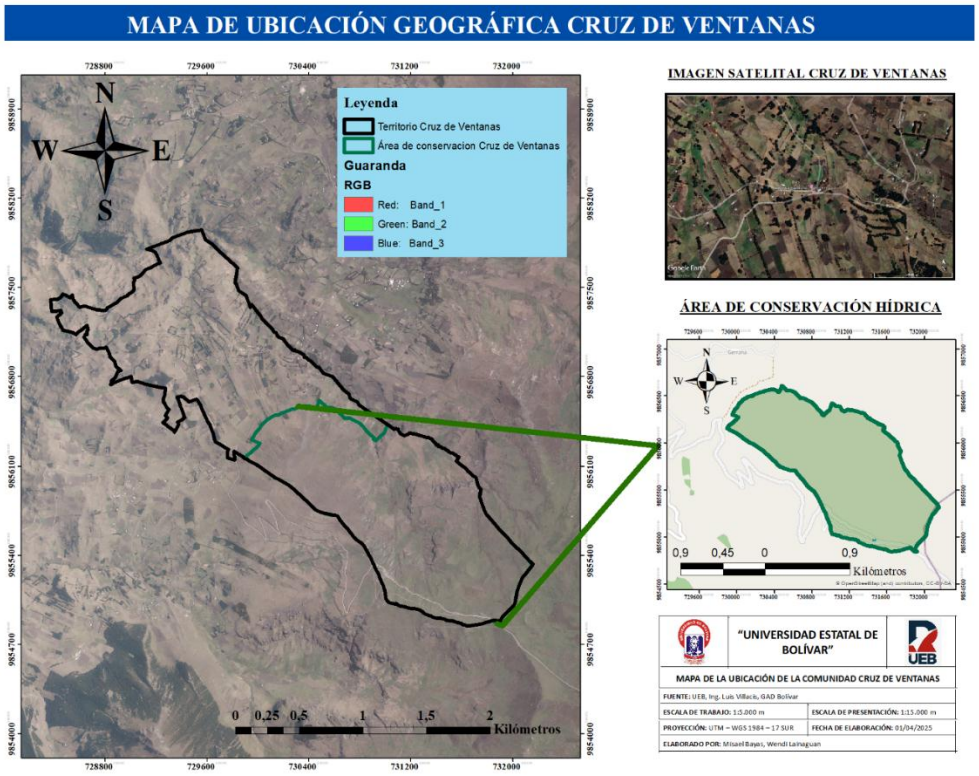
VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Amenaza de Incendios Forestales	Es la probabilidad de ocurrencia y propagación del fuego en una zona determinada, que se pueden clasificar en niveles de peligrosidad de acuerdo a las condiciones ambientales y territoriales (Van Lierop & Carle, 2008)	Zonificación de la susceptibilidad ante la amenaza	Nivel de Susceptibilidad	Ordinal	ArcGis
			Área por nivel de amenaza	Cuantitativa	Análisis espacial en SIG
			Porcentaje de cobertura por nivel de susceptibilidad	Cuantitativa	SIG (ArcGIS)

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Referencial o Georreferencial

La comunidad Cruz de Ventanas, ubicada en la parroquia de Simiátug, cantón Guaranda, provincia de Bolívar, Ecuador. Se localiza cerca de la aldea de Laihua Chiquizungo, se encuentra geográficamente en las coordenadas -1,28249° o 1°16´57´´ Latitud Sur y -78,92329° o 78°55´24´´ Longitud Oeste. Estos ecosistemas se caracterizan por su altitud y clima propios de la región Interandina, lo que representa a los páramos y bosques montañosos. Esta comunidad posee 204 hectáreas y está a 4.100 msnm.

Mapa 1. *Ubicación geográfica de la comunidad cruz de ventanas, con delimitación del área de conservación hídrica*



Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

De acuerdo al PDOT de la parroquia Simiátug, las precipitaciones varían de acuerdo al ecosistema, al año es de 250 hasta 2000 mm, además, cuenta con temperaturas variadas que van desde los 4 hasta los 19°C (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial rural Simiátug, 2024)

2.2. Antecedentes

Según (Magarizca & Tufiño, 2025) en su proyecto de investigación sobre "***Incendios forestales y su impacto en la cobertura vegetal en la comunidad Cruz de Ventanas, parroquia Simiátug, cantón Guaranda en el período 2021-2025"*** analizaron las problemáticas ambientes existentes en la zona como la pérdida de la cobertura vegetal, degradación de los ecosistemas de páramo y la ocurrencia de incendios forestales. Las actividades agrícolas y ganaderas fueron actividades que los autores mencionaron como contribuyentes en el deterioro de estas áreas, generando de tal manera impactos sobre la biodiversidad, suelos, y los recursos hídricos.

Esta investigación evidencia que los incendios forestales es una amenaza representativa en la Comunidad Cruz de Ventanas, afectando directamente a la cobertura vegetal. Por ende, nos comparte información importante sobre las condiciones ambientales que de manera directa o indirecta afectan a las especies presentes en la zona

Según (Moreno, 2018) en su estudio sobre la "***Vulnerabilidad de las áreas boscosas de la parroquia Checa a incendios forestales por causas antropogénicas"*** de la Universidad Internacional Sek Ecuador, evalúa la vulnerabilidad de estas áreas en Checa frente a incendios forestales, determinando factores naturales y antropogénicos que influyen en el riesgo expuesto. También, se emplea un enfoque cuantitativo que establece la incidencia de variables como cobertura vegetal, accesibilidad y actividades humanas en la susceptibilidad ante un incendio.

El enfoque que se utilizó en este proyecto de investigación, nos permite identificar y analizar factores que afectan la vulnerabilidad de las áreas de vegetación que puede ser adecuado para esta comunidad. Se consideraría variables locales, para realizar una evaluación integral del riesgo y establecer estrategias de mitigación específicas para la parroquia Simiátug.

En el proyecto de investigación de (Ponce & Zacarias, 2024) titulado **"*Análisis de la vulnerabilidad por incendios forestales en la provincia de concepción, Perú*"** de la Universidad Continental, identifica el riesgo de incendios forestales en la Concepción, Perú, usando herramientas de SIG y análisis espacial. Además, se evalúan áreas de riesgo y se proponen estrategias de mitigación, considerando factores climáticos, humanos y geográficos.

Este proyecto de investigación aporta un referente metodológico en el uso de SIG para evaluar el riesgo, el cual crea una relación con este estudio dado que se considera la distribución territorial de la cobertura vegetal como un componente clave para determinar niveles de susceptibilidad en la zona de estudio.

Según (Pazmiño, 2019) en la publicación de su artículo sobre ***"El Peligro de incendios forestales asociado a factores climáticos en el Distrito Metropolitano de Quito"*** *de la* Universidad de Melbourne. Parkville, Australia analizó la relación entre factores climáticos y amenaza de incendios forestales en el DMQ, en el cual aplicaron modelos predictivos como el Índice de peligro de Incendios Forestales; permitiendo establecer probabilidades de ocurrencia de incendios en función de parámetros climatológicos, favoreciendo a la planificación preventiva.

Este artículo fortalece un componente cuantitativo del análisis del riesgo, aportando variables sobre las condiciones climáticas afectan en la probabilidad de incendios, lo cual se

considera elemento contextual importante para comprender la vulnerabilidad de la vegetación que se estudia en la zona.

Según (Quijije, 2014) en su publicación sobre el **"*Sistema de prevención de incendios forestales en el área boscosa de los Frailes del parque nacional Machalilla del cantón Puerto López"*** de la Universidad Estatal del Sur de Manabí desempeñó un estudio descriptivo y cuantitativo que se orienta al diseño de un sistema de prevención de incendios en su área de estudio. La cual analizó factores climáticos como temperatura, humedad y velocidad del viento y la pendiente, topografía como variables físicas, enfocándose en la relación con la incidencia de incendios forestales.

Si bien es cierto, esta investigación no aborda directamente con la vulnerabilidad de la vegetación, dado que fundamenta factores ambientales que favorecen en la propagación de incendios, sin embargo, se considera como elementos que complementan el análisis de vulnerabilidad vegetal desarrollado en este estudio.

Por último, (Zhiminaicela et al., 2021) en su revista científica sobre **"*Incendios forestales un factor influyente en la degradación de la biodiversidad del cantón Chilla, Ecuador*"** estudia la influencia de los incendios forestales en la biodiversidad de dicho cantón, evaluando la pérdida de especies vegetales y la degradación de ecosistemas. Destacando las afectaciones ecológicas de los incendios en la zona de biodiversidad, facilitando datos sobre la recuperación de la vegetación post-incendio.

Esta investigación fundamenta la importancia ecológica de estudiar la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales, al conocer los daños que esta amenaza puede provocar en los ecosistemas y su estabilidad.

2.3. Científico

Vulnerabilidad Ecológica

Se la define como la "susceptibilidad de un ecosistema ambiental" a sufrir alteración o daños dado a las condiciones ambientales y uso de suelos debido a la influencia de factores de origen natural o antrópico (Araya & Calvo, 2017).

Según Araya y Calvo en su artículo, para evaluar la vulnerabilidad ecológica lo realizaron por medio de indicadores biofísicos y de presión atmosférica, el cual permite definir los niveles de vulnerabilidad y su relación con la degradación ambiental, sustancialmente en la calidad de los recursos hídricos.

Páramo

Es un ecosistema montañoso de tipología especial. Tiene características que ofrecen beneficios ecosistémicos a las regiones donde se encuentran ubicados. Además, son zonas amplias, llenas de vegetación y fauna (Ropero, 2020).

De igual manera, según Garavito estos ecosistemas han pasado por procesos de degradación conectados a la pérdida de cobertura vegetal, lo que perjudica directamente a su función en la regulación hídrica. Investigaciones realizadas en los páramos demuestran que actividades antrópicas incrementan el nivel de vulnerabilidad (Garavito, 2015).

Vegetación

Es el grupo de los vegetales que existen en un sector geográfico en específico. Puede tratarse de la flora propia del terreno, conocida como vegetación autóctona o de especies importadas (Gardey, 2023).

Vegetación en los páramos

Este tipo de vegetación se describe como abierta, destacado por gramíneas, hierbas, arbustos y rosetas gigantes del grupo de los frailejones (Llambí et al., 2012).

Además, presenta patrones espaciales complejos y gran heterogeneidad, lo que demuestra su adaptación a condiciones ambientales específicas. No obstante, las actividades humanas como el cambio de uso de suelo, lo que provoca fragmentación y pérdida de conectividad ecológica (Arellano & Orlando, 2008).

Características de la vegetación en los páramos

Según (Llambí et al., 2012) en la publicación del proyecto Páramo Andino menciona que las plantas del páramo pasan por adaptaciones de acuerdo al clima, lidiando con temperaturas bajas, intensidad de la radiación solar, la falta de nutrientes en los suelos y sequias de temporada.

Estratos de la vegetación

Herbácea

Se las conoce también como “hierbas”; su característica principal es la ausencia de tallos leñosos, más bien, presentan hojas, tallos pequeños de color verde y floración abundante (Acosta, 2021).

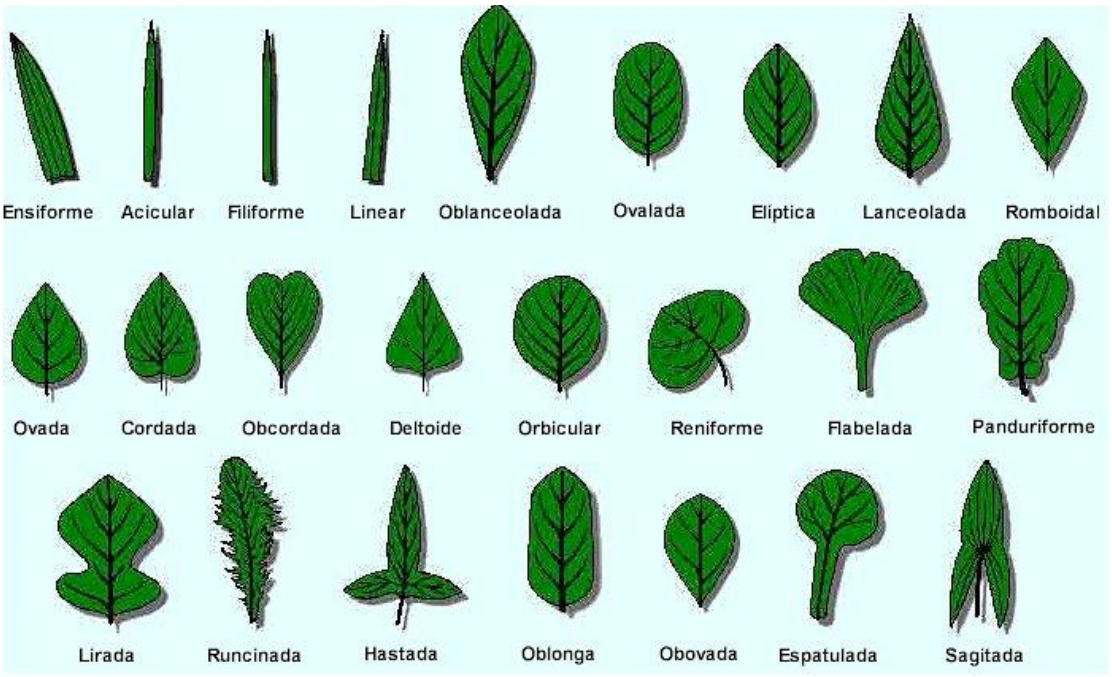
Arbustiva

Es una especie vegetal de tipo leñoso, posee tallos y ramas rígidas. Se forma sobre varias ramificaciones que se dividen ya desde su base y no como los árboles sobre un único tronco (Frederick, 2021).

Subarbustiva

También, se lo conoce como un arbusto enano; es una planta perenne que tiene una base leñosa, pero sus partes superiores son herbáceas (Sanpedro, 2023).

Ilustración 1. *Tipos de hojas según su forma*



Nota: *Tomada de:* (Sánchez de Lorenzo, 2021)**.**

Lanceoladas: son el tipo de hoja que tiene el limbo caracterizada por su punta de lanza, con una base más ancha y una punta estrecha y filoso (Acosta, 2024).

Lineales: tienen forma de cintas, con bordes rectos que son alargados y estrechos (Acosta, 2024).

Espatulada: tiene forma de espátula, se forma de una base estrecha y expandida hacia el apéndice (Sánchez de Lorenzo, 2021).

Ovadas: se caracteriza por su parecido a un huevo, porque su base es más ancha (Sánchez de Lorenzo, 2021).

Oblanceoladas: es una mezcla entre oblonga (es más larga que ancha) y lanceolada (Sánchez de Lorenzo, 2021).

Orbicular: hojas de que tienen forma credondeada o circular (Sánchez de Lorenzo, 2021).

Frondas: es una caracteristica del tipo de hoja de los helechos, su aparencia es de pluma, pueden ser simples o divididas (Britton & Watkins, 2016)

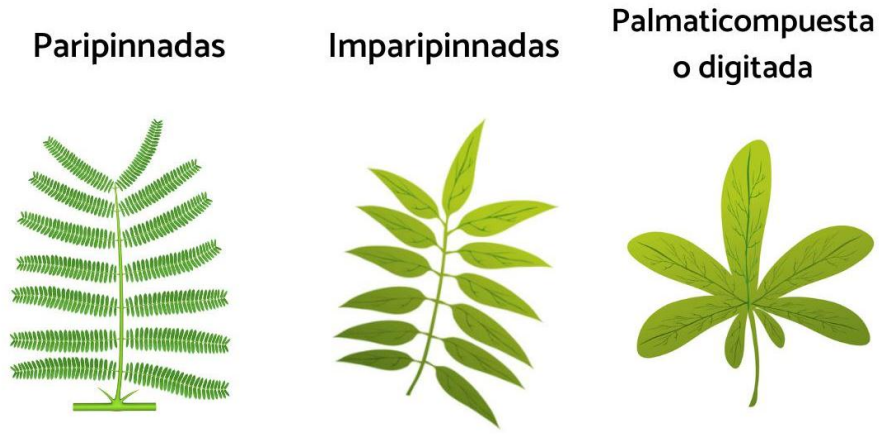
Ilustración 2. *Tipo de hoja en fronda*



Nota: *Tomada de:* (Wikcionario Libre, 2024)

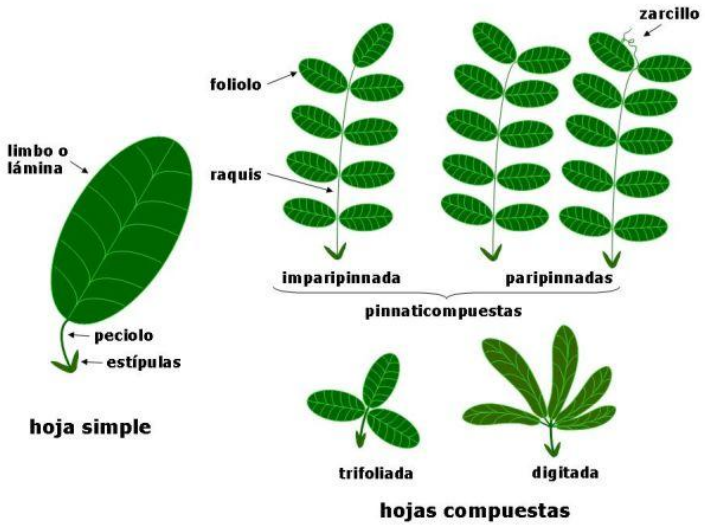
Compuesta imparipinnadas: se le conoce por compuesta porque poseen más de una lámina y forman piezas separadas**,** se conocen como folíolos. Tambien, se les dice imparipinnadas si hay en el ápide del raquis un folíolo (Graziati, 2023).

Ilustración 3. *Clasificación de las hojas compuestas*



Nota: *Tomada de:* (Graziati, 2023).

Ilustración 4. *Morfología de hojas*



Nota: *Tomada de:* (Graziati, 2023).

Incendios Forestales

Se entiende por incendios forestales al fuego que se expande de forma descontrolada a través de la vegetación que se da en zonas rurales o espacios contiguos a zonas urbanas y que amenaza con destruir la flora, fauna y áreas de cultivo y vegetación (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2024).

En este contexto, los incendios forestales dejan como resultado impactos significativos sobre la cobertura vegetal, afectando su estructura y capacidad de regeneración, lo que incrementa su nivel de susceptibilidad a futuros eventos adversos.

Intensidad y tipos de incendio

En relación a la intensidad de las llamas, de menor a mayor intensidad, se clasifica en 3 tipos de incendios principales según el estrato de vegetación afectado:

Incendios de suelo: se refiere a la quema de la materia orgánica en descomposición y las raíces. Estas se propagan en condiciones específicas (ecosistemas de turberas, por ejemplo) y aunque la llama puede no ser visible conocida como humaredas que pueden estar activos durante mucho tiempo (Bach et al., 2016).

Según Bach E, Bernet M, Serra M, mencionan que, los incendios de superficie son el tipo de incendio que queman los estratos herbáceos y arbustivos sin que las llamas lleguen a la copa de los árboles; por otro lado, el Antorcheo es cuando algunas copas se ven afectadas puntualmente por el incendio de superficie.

El incendio de copa es cuando se propagan por la copa de los árboles, bien de forma pasiva (cuando necesita del calor generado por el fuego de superficie) o activa (si lo hace

independientemente del fuego de superficie, se dan en las condiciones más rígidas) (Bach et al., 2016).

¿Qué son áreas de conservación hídrica?

Las áreas de protección hídrica son zonas definidas donde hay presencia de fuentes de agua que se denominan de interés público para su mantenimiento, conservación y protección. La Ley sobre los Recursos Hídricos en nuestro país menciona que, para ser declaradas protegidas, estas fuentes de agua también deben suministrar el consumo humano o garantizando su seguridad alimentaria (Montaño, 2021).

Estas áreas de conservación cumplen un papel importante en la regulación del ciclo hidrológico, dado que permiten la captación, almacenamiento y distribución del agua, convirtiéndose fundamental para el abastecimiento hídrico de las comunidades. Por tal motivo, el conservar la cobertura vegetal en estas zonas es significativo para mantener funciones ecológicas.

2.4. Legal

Tratados internacionales (Marco de Sendai para la RRD 2015 - 2030)

El Marco de Sendai, adoptado por las Naciones Unidas, es un instrumento que promueve con acciones concretas reducir la exposición y la vulnerabilidad ante los riesgos de desastres. Esta herramienta permite proteger los ecosistemas y la biodiversidad del área de estudio incentivando a la conservación de los ecosistemas como barreras naturales contra una emergencia, así mismo, proponiendo fortalecer la gestión ambiental como una parte fundamental de la reducción del riesgo (ONU, 2015).

Este marco destaca lo sustancial que es comprender el riesgo de desastres por medio del análisis de la exposición y vulnerabilidad, así como el fortalecimiento de la gestión sustentable de estos ecosistemas como estrategia para la reducción de riesgos.

Constitución de la República del Ecuador 2008

De acuerdo a la constitución de la República del Ecuador en el 2008, el apartado del capítulo séptimo menciona algunos artículos que son importantes para este proyecto de investigación:

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Art. 389.- El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales,

económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres

De acuerdo a la Ley orgánica para la gestión integral del riesgo de desastres menciona que:

Art. 21.- Gestión integral del riesgo de desastres a nivel local.

La gestión integral del riesgo de desastres a nivel local, de conformidad con la Constitución de la República, se realizará en reconocimiento de:

1. La autonomía de los gobiernos autónomos descentralizados y regímenes especiales y su responsabilidad directa en la regulación, coordinación, dirección y gestión integral de riesgos en su ámbito territorial de conformidad con la presente Ley, su reglamento general de aplicación y las disposiciones de la entidad rectora de la gestión integral del riesgo de desastres (Muñoz, 2024).
2. La facultad normativa y ejecutiva de los gobiernos autónomos descentralizados y regímenes especiales que no podrá contravenir las disposiciones de la presente Ley, su reglamento general de aplicación las de la entidad rectora de la gestión integral del riesgo de desastres, de la entidad rectora de la planificación nacional y de los organismos creados en esta Ley (Muñoz, 2024).

Art. 47.- Gestión integral de riesgo de desastres en la planificación sectorial e institucional.

Todas las entidades del sector público incorporarán de manera obligatoria, transversal y explícita la gestión integral del riesgo de desastres en los instrumentos de planificación sectorial e institucional, en el marco de sus competencias. El ente rector de la planificación nacional en coordinación con el ente rector de la gestión integral del riesgo de desastres emitirá los lineamientos que deban observar los ministerios sectoriales y las distintas entidades del sector público en su planificación (Muñoz, 2024).

Art. 48.- Planificación específica para la gestión integral del riesgo de desastres

La planificación para la gestión integral del riesgo de desastres estará integrada por los siguientes instrumentos establecidos en esta ley:

1. Política Nacional de largo plazo para la gestión integral del riesgo de desastres.
2. Plan nacional de reducción del riesgo de desastres.
3. Plan nacional para la respuesta a emergencias, desastres y catástrofes con su componente de preparativos para la respuesta.
4. Planes de gestión integral de riesgos de desastres locales.
5. Planes de respuesta de los gobiernos autónomos descentralizados.
6. Planes para la recuperación post desastre con su componente de preparativos para la recuperación (Muñoz, 2024)

Código Orgánico del Ambiente

De acuerdo con el código orgánico del ambiente, se mencionan los siguientes artículos que respaldan la importancia de proteger los derechos de la naturaleza:

Art. 1.- Objeto. Este Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la

naturaleza para la realización del buen vivir o Sumak Kawsay. Las disposiciones de este Código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio, los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente, sin perjuicio de lo que establezcan otras leyes sobre la materia que garanticen los mismos fines (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2020).

Art. 9.- Principios ambientales. En concordancia con lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente. Los principios ambientales deberán ser reconocidos e incorporados en toda manifestación de la administración pública, así como en las providencias judiciales en el ámbito jurisdiccional (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2020).

2.5. Conceptual

Adaptabilidad: es la capacidad de una persona o población a acoplarse y afrontar cambios (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020).

Amenaza: es un fenómeno natural o de origen antrópico que puede ocasionar daños humanos o materiales e interrupción de cualquier tipo de actividad (Carrillo et al., 2025).

Amenaza natural: es un peligro asociado a fenómenos naturales (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020).

Amenaza antrópica: provocados de manera directa por actividades humanas (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020).

Análisis espacial: son técnicas que permiten conocer la localización, distribución y entorno de una zona (Ojeda & Tovar, 2016).

Cobertura vegetal: son áreas específicas compuestas de especies vegetales, incluyendo su densidad, distribución y estructura dentro de un ecosistema (FAO, 2020).

Comunidad: Es un grupo de personas que habitan en una zona específica con elementos en común como idioma, valores y costumbres (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020)**.**

Desastre: es una grave interrupción del funcionamiento de la población debido a la presencia de fenómenos peligrosos, ocasionando grandes pérdidas (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020).

Ecosistema: es un conjunto de comunidades de plantas, animales y microorganismos que interactúan como un mecanismo funcional (Whittaker, 2020)

Exposición: es la situación que presentan las personas o infraestructura, es decir, el grado de vulnerabilidad ante eventos peligrosos (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020).

Firma espectral: Muestran el perfil especifico de radiación reflejada y emitida por los elementos situados en la superficie terrestre (Geoinnova, 2021).

Gestión del riesgo de desastres: es el empleo de políticas y medidas de reducción de riesgo para disminuir el riesgo de desastres (UNDRR, 2017a).

Incendio: Fuego de grandes proporciones que no tiene control alguno que puede producirse de manera instantánea (Universidad Nacional Autonama de Mexico, 2021).

Incendio Forestal: Es el fuego que se propaga sin control alguno, específicamente en zonas rurales afectando la biodiversidad de ello (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2024).

Mitigación: Reducción de los efectos provocados en un evento peligroso (UNDRR, 2017b).

Ortofoto: Es una imagen aérea o satelital corregida geométricamente para eliminar distorsiones provocadas por el relieve del terreno y la inclinación de la cámara. Es una imagen con una precisión métrica de un plano cartográfico (Aerolaser, 2025).

Prevención de riesgos: son medidas o estrategias enfocadas en evitar los riesgos de desastres (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020).

Resiliencia: capacidad que tiene una comunidad expuesta a una amenaza para resistir, adaptarse y recuperarse de los efectos provocados por una amenaza de una forma eficiente (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020).

Riesgo de desastres: es la combinación entre la probabilidad de que se presente un evento adverso y las consecuencias negativas que puede provocar la misma (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2020).

Reflectancia: Es la proporción de luz y calor reflejada por la superficie, factor clave para determinar la oscuridad o claridad de un color y es expresada por con un valor entre 0 y 1 (Rayzeek, 2023).

Sistema de información geográfica: Es una tecnología que se usa para crear, almacenar, analizar y mapear cualquier tipo de datos que facilita una base para la cartografía (Jonker, 2024).

Vulnerabilidad: Es la susceptibilidad de una persona o comunidad ante una amenaza (UNDRR, 2020).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo no experimental, debido a que no se manipularon las variables de estudio; más bien, se centró en la observación y análisis en su estado natural. El estudio se basó en identificar y zonificar las especies vegetales existentes en el área de conservación hídrica. Además, evaluó la vulnerabilidad ante incendios forestales a través de análisis espacial y herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), sin alterar las condiciones del entorno.

3.2. Enfoque de la investigación

La investigación se desarrolló en un enfoque mixto, debido a que integra elementos de carácter cualitativos y cuantitativos para el análisis de la vulnerabilidad de la vegetación frente a incendios forestales en el área de conservación hídrica de la comunidad Cruz de Ventanas.

Desde el enfoque cualitativo, se realizó la identificación y caracterización de la vegetación que se encuentra en el área de estudio por medio de la observación directa en el lugar y revisión bibliográfica, tomando en cuenta las características morfológicas, estructurales y taxonómica.

Por otro lado, desde el enfoque cuantitativo, se trabajó con datos georreferenciados que se obtuvieron mediante la toma de coordenadas geográficas y el procesamiento de fotografías captadas por medio del Dron. De la misma manera, el registro fotográfico que se realizó de cada especie ayudó en el proceso de identificación y clasificación taxonómica, así como la contabilización de los tipos de especies, familias y estratos que fueron registradas en las fichas técnicas de vegetación; permitiendo de tal forma evaluar la distribución de la vegetación y su relación con los niveles de vulnerabilidad.

Adicionalmente, se aplicó una prueba estadística para comprobar la hipótesis que se planteó, con la finalidad de determinar la relación entre el tipo de vegetación y su nivel de susceptibilidad frente incendios forestales.

3.3. Método de Investigación

3.3.1. Método General

De acuerdo al enfoque metodológico planteado por Roberto Hernández Sampieri (Hernández, 2014), los métodos de investigación establecen procedimientos lógicos que ayudan a orientar el proceso de generación y análisis científico. Por este motivo, el cumplimiento de los objetivos planteados se aplicó el método inductivo y deductivo.

Método inductivo: Este método permitió partir de observaciones particulares que se obtuvieron durante el trabajo en campo, para luego clasificar las especies vegetales identificas, el registro de sus características y su localización dentro del área de conservación hídrica, permitiendo de tal manera analizar la composición de la cobertura vegetal presente en la zona de investigación. Con base a esta información se establecieron conclusiones relacionadas con la vulnerabilidad de la vegetación frente a incendios forestales.

Método deductivo: permitió interpretar la información levantada a partir de conocimientos científicos previamente establecidos sobre la clasificación taxonómica de la vegetación en los páramos. Para ello, se acudió a la revisión de literatura científica y libros botánicos que permitieron orientar en la identificación de las especies vegetativas existentes en la zona de conservación hídrica.

3.3.2. Por Alcance de resultados

Es correlacional dado que se analizó la relación espacial entre la cobertura vegetal del área de estudio y los niveles de amenaza de incendios forestales, mediante el cruce cartográfico en ArcGIS.

Es descriptiva porque se caracterizó la composición florística y estructural de la vegetación existente en la zona de conservación hídrica de la comunidad Cruz de Ventanas, por medio de la identificación de especies, familias botánicas y estratos vegetativos.

3.3.3. Por el período de tiempo

Transversal dado que la recolección de la información se dio en un período determinado en la zona de estudio, permitiendo analizar la composición de cobertura vegetal.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recopilación de Datos

Para la recolección de datos de este proyecto se utilizaron varias técnicas e instrumentos, de acuerdo con cada objetivo específico:

Objetivo 1. Identificar la vegetación existente en el área de conservación hídrica de la comunidad Cruz de Ventanas.

Técnicas

- **Observación directa en campo:** Permitió identificar y registrar las especies existentes dentro del área de estudio. Esta técnica ayudó con el reconocimiento de características morfológicas, estructurales y ecológicas.
- **Levantamiento georreferenciado:** Mediante la aplicación Avenza Maps se registró las coordenadas geográficas de cada especie identificada, delimitando espacialmente la cobertura vegetal que existe dentro de la zona.

- **Registro fotográfico:** Mediante dispositivos móviles se realizó registro fotográfico con la finalidad de archivar las especies identificas y que sirva como respaldo para su verificación taxonómica. Además, las imágenes fueron georreferenciadas y organizadas en la ficha técnica de vegetación.
- **Revisión documental:** Para la identificación y verificación taxonómica de las especies identificas en campo se utilizó como respaldo bibliográfico las siguientes fuentes principales especializadas en flora de ecosistemas de páramo, las cuales son: Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito (Cuamacás et al., 2015), Flora del páramo del Cajas (Cordero et al., 2016), Guía de Plantas Útiles de los Páramos de Zuleta, Ecuador (Aguilar et al., 2009). También, se usó la plataforma digital de ciencia "iNaturalistEc" (*Plataforma global de ciencia*).

Instrumentos

- GPS en los dispositivos móviles
- Aplicación Avenza Maps
- Cámara del dispositivo móvil
- Ficha técnica de investigación
- Bibliografía especializada
- Software Word

Objetivo 2. Zonificar las especies vegetales vulnerables a la amenaza de incendios forestales en la zona de estudio.

Técnicas

- **Levantamiento Aerofotogramétrico con dron:** Se efectuó el levantamiento aerofotogramétrico por medio del dron, consiguiendo como resultado imágenes de alta resolución de la zona de conservación. Dichas imágenes permitieron generar ortofotografías que fueron procesadas luego en ArcGIS para el análisis y delimitación de la cobertura vegetal.
- **Análisis espacial:** Permitió el procesamiento de información geográfica para zonificar la distribución de las especies ante incendios forestales.
- **Clasificación supervisada:** Se empleó para identificar y delimitar espacialmente las especies existentes por medio del procesamiento de imágenes.

Instrumentos

- Aplicación Avenza Maps
- Dron
- Fotogrametrías
- Ortofotos
- Software ArcGIS
- Software Agisoft Metashape Professional
- Software Excel y Word

Objetivo 3. Diseñar una propuesta para la reducción de la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales en el área de conservación hídrica.

Técnicas

- **Análisis de resultados:** Permitió revisar la interpretación de los resultados de los objetivos anteriores para desarrollar medidas de reducción ante incendios forestales.

Instrumentos

- Software Word
- Matriz de propuestas

3.5. Universo, Población y Muestra

3.5.1. Universo

El universo de este estudio está constituido por toda el área de la comunidad Cruz de Ventanas, esta abarca aproximadamente 380,1 hectáreas, pues en esta zona se encuentra el área de conservación hídrica.

3.5.2. Población

Para esta investigación se utilizó unidades de análisis (Cobertura vegetal) que corresponde principalmente al área de conservación hídrica de Cruz de Ventanas, la cual tiene una extensión de 197,8 hectáreas, en este espacio está delimitado debido a la importancia ecología existente y su susceptibilidad a incendios forestales.

3.5.3. Muestra

Dado que la investigación se desarrolló mediante levantamiento de información in situ y análisis espacial dentro de la zona delimitada, no se aplicó muestreo estadístico tradicional. En su lugar, se realizó un registro directo de la cobertura vegetal existente dentro de la zona de estudio.

3.6. Técnicas de análisis y procesamiento de la Información

El análisis y procesamiento de la información se desarrolló de forma sistemática, articulando los datos que se obtuvieron en campo con herramientas de análisis geoespacial, en relación con los objetivos específicos que se plantearon.

Objetivo específico 1: Identificar la vegetación existente en la zona de conservación hídrica de la comunidad Cruz de Ventanas

La revisión bibliográfica especializada sobre vegetación en los páramos antes de asistir a la salida de campo fue importante, dado que se contó con fuentes científicas que permitieran orientar en la identificación de las especies encontradas en la zona de estudio.

Se ejecutó el trabajo de campo dentro de la zona delimitada, donde se hizo el registro de las especies vegetales. Durante este proceso se efectuó la toma de fotografías de cada especie identificada y el registro de sus coordenadas geográficas por medio de la aplicación Avenza Maps, lo que permitió documentar de forma precisa la ubicación de la vegetación dentro de la zona de conservación hídrica.

Las fotografías que se obtuvieron fueron organizadas en las fichas técnicas de vegetación que fueron elaboradas en formato Word. En cada ficha técnica se incorporó la imagen de la especie registrada, luego se llenaron los campos sobre las características de la misma mediante la verificación y comparación con literatura científica y guías botánicas mencionadas

anteriormente; determinando así el nombre común, científico, familia botánica, y otras características morfológicas necesarias para llenar la ficha técnica de vegetación.

Al finalizar el registro de las fichas técnicas de vegetación, se creó una tabla resumen que interviene las familias botánicas, número de especies por familia y el tipo de vegetación (estrato vegetal) al que pertenecen. El organizar la información de esta manera sirve para estructurar la información de manera sistemática y facilitar el análisis de composición florística presente dentro de la zona de estudio.

Objetivo específico 2: Zonificar las especies vegetales vulnerables a la amenaza de incendios forestales en la zona de estudio

Se desarrolló un análisis espacial basado en el levantamiento de información en situ, procesamiento fotogramétrico y técnicas de clasificación supervisada en un entorno SIG "ArcGIS". Este procedimiento se desarrolló en 6 fases, permitiendo analizar la distribución espacial de la vegetación en relación con los niveles de vulnerabilidad ante incendios forestales en la zona de trabajo.

La primera fase, se realizó el levantamiento de información de las especies vegetales mediante la georreferenciación de puntos en situ, utilizando la aplicación móvil Avenza Maps. Esta herramienta permitió registrar la ubicación de las especies que se encuentran en el área de estudio durante las salidas de campo. Cada punto georreferenciado sirvió como una base de datos fundamental para realizar los procesos posteriores de análisis y clasificación de la vegetación.

En la segunda fase se realizó un levantamiento fotogramétrico mediante el uso de drones de la Universidad Estatal de Bolívar y de la carrera de ingeniería en Riesgo de Desastres, ejecutándose un total de seis vuelos sobre el área de conservación hídrica. Las imágenes

obtenidas de los dos drones fueron procesadas mediante el software Agisoft Metashape Professional, siguiendo una serie de etapas de orientación de imágenes, generación de nube de puntos, construcción de modelo de teselas y para finalizar la creación del ortomosaico.

Una vez generados los ortomosaicos de cada uno de los 6 vuelos fueron integrados en el software ArcGIS 10.8, donde se procedió a su unión con la herramienta de ArcToolbox – Data Management Tools – Raster – Raster Dataset – Mosaic To New Raster, para obtener una ortofoto general de la zona de estudio, este producto cartográfico proporciono una base de alta resolución para el análisis espacial de las especies vegetales.

La tercera fase constituye en una técnica de clasificación supervisada, mediante un análisis digital de imágenes que permite categorizar la vegetación del suelo a partir de muestras previamente identificadas. Esta técnica se aplicó utilizando la ortofoto generada y los puntos de la especies vegetales levantadas en situ y generados de forma visual mediante la ortofoto. A partir de estos puntos se definieron zonas representativas de las diferentes especies, las cuales fueron utilizadas por el algoritmo de clasificación para identificar patrones espectrales similares en toda la ortofoto, este proceso se realizó mediante herramientas de ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Multivariate – Create signatures y posteriormente ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Multivariate – Maximum likelihood Classification (clasificación supervisada), en el software ArcGIS 10.8.

La clasificación supervisada se basa en que cada especie vegetal posee una firma espectral propia, es decir, un comportamiento particular en función a la reflectancia de la superficie captada en la imagen. A partir de este contexto, la técnica consiste en asignar cada píxel de la imagen a una categoría especifica de acuerdo a la similitud con las muestras levantadas.

Esta técnica fue escogida porque permite identificar y delimitar con mayor precisión la distribución espacial de cada especie que existe en el área a partir de la información en campo levantada, lo cual resulta importante para el análisis de vulnerabilidad en esta zona. Como resultado de este proceso se obtiene un ráster de clasificación de las especies vegetales, el cual representa la distribución espacial de las especies vegetales dentro del área de trabajo.

Una vez finalizada la aplicación de esta técnica, el ráster resultante fue convertido a formato vectorial mediante la herramienta ArcToolbox – Conversion Tools – From Raster – Raster to Polygon, permitiendo delimitar las áreas ocupadas por cada especie vegetal identificada. Esta técnica permitió transformar la información puntual obtenida en situ en una representación espacial continua, proporcionando el análisis de la distribución de las especies vegetales y su posterior integración con otras variables.

En la cuarta fase para evaluar la exposición de las especies vegetales frente a los incendios, se utilizó un mapa de susceptibilidad a incendios forestales previamente elaborado por (Magarizca & Tufiño, 2025), los cuales clasifican el territorio de Cruz de Ventanas en cinco categorías: muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto.

Este mapa fue incorporado como un insumo dentro del entorno SIG. El mismo que después fue recortado para trabajar con nuestra área de conservación hídrica mediante la herramienta ArcToolbox – Analysis Tools – Extract – Clip del software ArcGIS 10.8, con la finalidad de trabajar únicamente con la zona de estudio.

En la fase 5 se realizó un cruce espacial entre el mapa de las especies vegetales (Vector) y el mapa de susceptibilidad a incendios forestales mediante la herramienta ArcToolbox – Analysis Tools – Overlay – Intersect. Este proceso permitió integrar ambos mapas, generando un nuevo

conjunto de datos espaciales que contienen la información tanto de la distribución de la vegetación como el nivel de susceptibilidad al que están expuestas, como resultado final se obtuvo un shapefile que permitió identificar y clasificar las especies vegetales en función al nivel de exposición a incendios.

En la última fase se incorporó un campo de cálculo de áreas en metros cuadrados para cada polígono elaborado, permitiendo cuantificar la superficie ocupada por cada una de las especies vegetales dentro de los 5 niveles de susceptibilidad. Una vez obtenida esta información se calcularon los porcentajes de distribución de cada especie, generando la tabla N°2 de resultados que permitieron analizar la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales.

Objetivo específico 3: Diseñar una propuesta para la reducción de la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales en el Área de protección hídrica

Se realizó un análisis interpretativo de los resultados obtenidos del objetivo 1 y 2, tomando en cuenta la distribución de las especies y su relación con los niveles de susceptibilidad frente a incendios forestales.

Se identificaron las zonas con niveles altos de susceptibilidad frente a incendios forestales, que en este caso se categorizan en dos: “muy alta y alta”, así como la existencia de las especies en este ecosistema, lo que permitió establecer medidas prioritarias para reducir la vulnerabilidad.

Se establecieron lineamientos técnicos para crear medidas orientadas a la reducción del riesgo, considerando el enfoque de gestión de riesgo de desastres y características ecológicas de los páramos.

Se diseñó una matriz de medidas organizada según su nivel de prioridad (alta, media y baja) y tipo de intervención (prevención, mitigación, adaptativa y correctiva), incluyendo por cada acción su descripción, propósito y responsable.

La propuesta que se diseñó tuvo un enfoque integral, priorizando las acciones preventivas y de reducción de la vulnerabilidad en áreas críticas, asimismo, se aplicó medidas complementarias orientadas a la recuperación y fortalecimiento de la resiliencia del ecosistema ante incendios forestales.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

2.1 Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados

4.1.1. Resultados del Objetivo 1. Identificar la vegetación existente en la zona de conservación hídrica de la comunidad Cruz de Ventanas

El levantamiento de información en campo permitió la identificación de la vegetación existente en el Área de Conservación Hídrica Cruz de Ventanas, situada en la parroquia Simiátug, cantón Guaranda, provincia de Bolívar. Por medio de: observación directa, registro fotográfico, revisión bibliográfica especializada, fichas técnicas de vegetación, se logró reconocer las especies que predominan en el páramo, caracterizándolas de acuerdo a su estrato vegetativo, entre otras.

A partir del análisis de las fichas técnicas elaboradas, en total se identificaron 27 especies vegetales, distribuidas en varias familias botánicas y estratos vegetativos como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1. *Clasificación de especies por familia*

Familia Botánica	Número de Especies	Estratos Vegetativos
Apiaceae	2	Herbácea
Asteraceae	8	Arbustiva, Herbácea, Subarbustiva
Caprifoliaceae	2	Subarbustiva. Herbácea
Caryophyllaceae	1	Herbácea
Dryopteridaceae	1	Herbácea
Gentianaceae	4	Herbácea
Icmadophilaceae	1	Hongo
Lycopodiaceae	1	Herbácea
Plantaginaceae	1	Herbácea

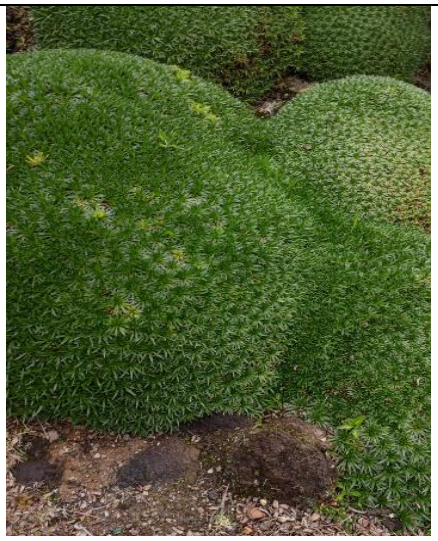
Poaceae	3	Herbácea
Pteridaceae	1	Herbácea
Rosaceae	2	Herbácea, Arbustiva

Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

De acuerdo a la tabla anterior, los resultados evidencian que la familia Asteraceae tiene mayor representación de especies con un total de 8, seguida por Gentianaceae y Poaceae. De igual manera, esta distribución demuestra la dominancia de especies de tipo herbáceo dentro de la zona estudiada.

Posteriormente, se presentan las fichas técnicas de vegetación de las especies localizadas en el área de conservación hídrica de la comunidad Cruz de Ventanas, las mismas que describen sus características principales registradas durante el trabajo de campo y respaldadas por medio de revisión bibliográfica.

Ficha Técnica Gráfica de Vegetación



Clasificación:

Nombre común: Cojín de páramo

Nombre científico: Plantago rígida Kunth

Familia: Plantaginaceae

Descripción:

Es una planta Herbácea considerablemente compacta, que crece formando cojines grandes, densos y muy duros. Su estructura le permite cambios bruscos de temperatura

Características:

Altura Máxima: 50 cm

Diámetro de copa: 2m

Forma: Herbácea

Tipo de hoja: Lanceoladas

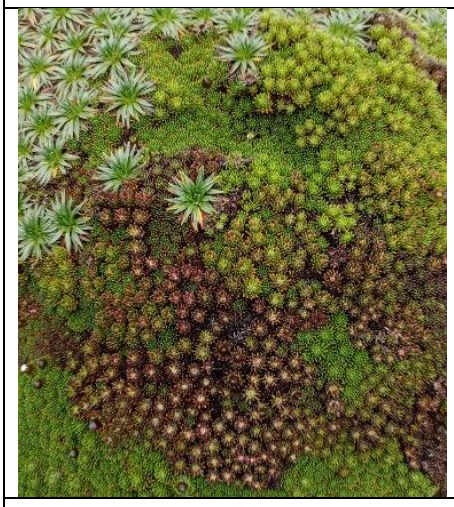
Elevación: 4100 – 4800 msnm

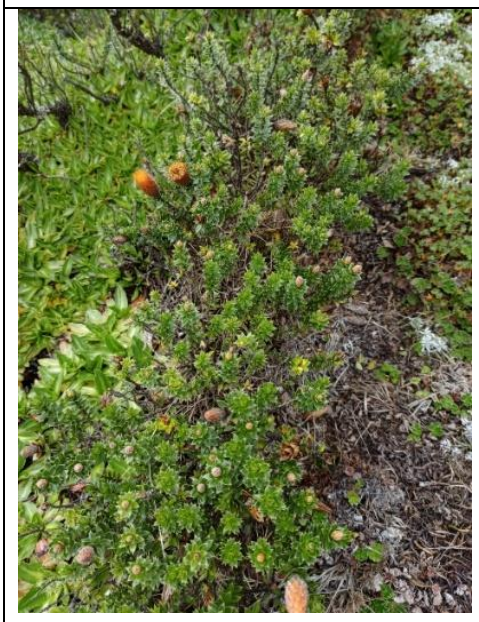
Respaldo bibliográfico:

(Cordero et al., 2016) *Flora del páramo del Cajas*

(Cuamacás et al., 2015) *Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito*

Observaciones: El cojín es sumamente duro, por tal motivo, no presenta deformación ni se hunde frente al pisoteo humano.

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Almohadilla, Yareta</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Azorella pedunculata</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Apiaceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Son hierbas terrestres que forman almohadillas, compactas y grandes. Tiene hojas alteras y amontonadas, gruesas y rígidas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 25 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 2m</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Espatulada</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 4300 – 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cordero et al., 2016) Flora del páramo del Cajas
(Cuamacás et al., 2015) Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito
(Aguilar et al., 2009) Guía de Plantas Útiles de los Páramos de Zuleta, Ecuador</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Contiene alta humedad interna, por lo que se hunde frente al pisoteo humano.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Chuquiragua “Flor del caminante”</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Chuquiraga jussieui</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Asteraceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Es un Arbusto densamente ramificado, con hojas ovadas a anchamente elípticas. Sus flores son de color café anaranjado.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 1,8 m</td><td rowspan="2">Forma: Arbustiva</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 1,2 m</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lanceolada</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 2500 – 5000 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cuamacás et al., 2015) Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito
(Cordero et al., 2016) Flora del páramo del Cajas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Son abundantes en toda la zona de estudio.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Paja, Ugsha</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Calamagrostis intermedia</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Poaceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Son hierbas que forman macollas densas, es resistente al pastoreo y sobrevive a las quemas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 90 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 8 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Largas, lineales y son basales</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 2500 – 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cordero et al., 2016) Flora del páramo del Cajas
(Cuamacás et al., 2015) Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Hay áreas rodeadas por completo de esta herbácea.</td></tr>
</table>

Ficha Técnica Gráfica de Vegetación



Clasificación:

Nombre común: Washilla, valeriana

Nombre científico: Valeriana microphylla

Familia: Caprifoliaceae

Descripción:

Es una planta arbustiva baja, con varias flores pequeñas agrupadas de color lila y blanco.

Características:

Altura Máxima: 60 cm

Diámetro de copa: 25 – 30 cm

Forma: Subarbustiva

Tipo de hoja: Ovadas

Elevación: 2000 – 4500 msnm

Respaldo bibliográfico:

(Cordero et al., 2016) *Flora del páramo del Cajas*

(Cuamacás et al., 2015) *Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito*

(Aguilar et al., 2009) *Guía de Plantas Útiles de los Páramos de Zuleta, Ecuador*

Observaciones: No es muy común, sin embargo, se ubican en sectores húmedos del páramo.

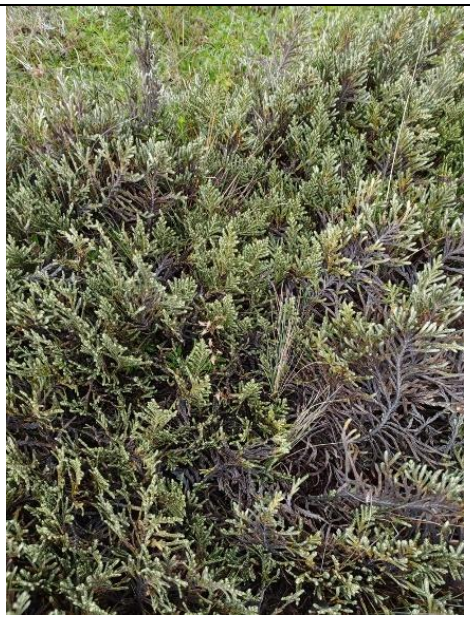
<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Trencilla</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Phlegmariurus compactus</td></tr>
<tr><td>Familia: Lycopodiaceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Es una planta herbácea que presenta tallos erectos y cilíndricos. Es de color café verdoso, con las puntas rojas blanquizcas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 40 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 8 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lanceolada</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 2500 – 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cordero et al., 2016) Flora del Páramo del Cajas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Son abundantes y se agrupan densamente.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Chicoria blanca</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Werneria nubigena</td></tr>
<tr><td>Familia: Asteraceae</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Es una planta pequeña, formado por roseta pegadas al suelo como tipo almohadilla, producen flores compuestas solitarias con centro amarillo y lígulas blanquecinas con tonos rosados.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 6 cm</td><td colspan="2" rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 7 cm</td></tr>
<tr><td colspan="3">Tipo de hoja: Lanceoladas</td></tr>
<tr><td colspan="3">Elevación: 4100 y 4900 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="3">Respaldo bibliográfico:
(Cordero et al., 2016) Flora del páramo del Cajas
(Cuamacás et al., 2015) Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito</td></tr>
<tr><td colspan="3">Observaciones: Muy comunes en las zonas altas del territorio estudiado.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Liquen, Hongo</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Thamnolia vermicularis</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Icmadophilaceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Es un liquen fruticoso de color blanco, grisáceo con ramas finas que se dividen dicotómicamente con formas de estructuras que crecen sobre el suelo.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 8 cm</td><td rowspan="2">Forma: Hongo</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 3 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: No posee</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 3000 – 5000 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Amores, 2022) Plataforma iNaturalistEc</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Abundante en la zona de estudio, por la temporada de invierno.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Cuyanguillo o Adivinador</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Gentiana sedifolia</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Está planta presenta una corona azul con el centro amarillo, crece a ras del suelo. Además, según investigaciones se cierra durante la noche o si el sol se oculta.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 4 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 3 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lanceoladas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 2000 – 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cuamacás et al., 2015) Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito
(Cordero et al., 2016) Flora del páramo del Cajas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: No es muy común.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Chicoria amarilla o Killu Tane</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Hypochaeris sessiliflora</td></tr>
<tr><td>Familia: Asteraceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Son hierbas perennes que forman grupos pequeños, sin embargo, sus flores son numerosas, tienen una lengüeta de color amarillo con pequeños dientes en la punta, y sus hojas son estrechas y alargadas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 5 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 5 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Oblanceoladas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 2500 – 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cuamacás et al., 2015) Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito.
(Aguilar et al., 2009) Guía de Plantas Útiles de los Páramos de Zuleta, Ecuador</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Es abundante en los límites del área de estudio. Además, por el inverno las demás flores están marchitas.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Jata, trencillo del cerro</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Loricaria Thuyoides</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Asteraceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Es un arbusto que contiene mucha ramificación desde la base, con unas hojas pequeñas y lineares.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 1,5m</td><td rowspan="2">Forma: Arbustiva</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 1,2m</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lineal</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 3000 – 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cuamacás et al., 2015) Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito
(Encalada, 2016) Nombre común de la especie</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Muy abundante en el área de estudio.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Kunu Chaqui</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Lachemilla orbiculata</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Es una planta rastrera que forman alfombras al nivel del suelo, además sus hojas son redondas y pequeñas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 10 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 1m</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Orbicular</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 2000 – 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Aguilar et al., 2009) Guía de Plantas Útiles de los Páramos de Zuleta, Ecuador</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Es abundante en toda la zona de estudio</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Clavelina de cerro</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Oritrophium crocifolium</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Planta herbácea, sus hojas son alargadas y crecen pegadas al suelo. Su flor es blanquizca, y el centro color amarillo.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 30 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 10 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lanceoladas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 3500 – 4800 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cordero et al., 2016) Flora del páramo del Cajas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Por la temporada, esta especie ha perdido sus pétalos.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Margarita Blanca de montaña</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Celmisia Incana</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Asteraceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Es una planta herbácea que se forma en rosetas basales agrupadas. Tiene hojas alargadas de color blanco grisoso, y crecen cerca del suelo.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 10 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 8 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lanceoladas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 3500 – 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Perrie, 2020) iNaturalistEc</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones:
Abundante en los límites de la zona de estudio</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Cardón Santo</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Eryngium humile</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>Familia: Apiaceae</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Es una planta pequeña de color verde, que forma una roseta basal compacta. Su flor es normalmente verde y tiene pétalos blancos.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Características:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Altura Máxima: 20 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td colspan="2">Diámetro de copa: 10 cm</td></tr>
<tr><td colspan="3">Tipo de hoja: Ovado- Oblongas</td></tr>
<tr><td colspan="3">Elevación: 3500 – 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="3">Respaldo bibliográfico:
(Perrie, 2020) Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito.
(Cordero et al., 2016) Flora del páramo del Cajas</td></tr>
<tr><td colspan="3">Observaciones: son abundantes en toda la zona de estudio.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Arquitecta</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Lasiocephalus ovatus</td></tr>
<tr><td>Familia: Asteraceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Arbusto de porte bajo, es propio del páramo andino, de porte compacto y ramificación densa. Tiene color gris – blanquecino sobre todo en sus tallos.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 1m</td><td rowspan="2">Forma: Subarbustiva</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 15 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: ovadas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 3800 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cordero et al., 2016) Flora del páramo del Cajas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Se encuentran en matorrales altos.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Musgos</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Scleranthus uniflorus</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Caryophyllaceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Esta especie se da en zonas abiertas y crea coberturas densas. Su color predominante es amarillo a dorado, con partes oscuras que se debe al envejecimiento del tejido vegetal.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima:10 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea.</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 15 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lineales</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 3500 - 4800 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Fenwick, 2022) iNaturalisEc</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones:
En esta temporada se encuentra muy seca y abundante en todo el páramo.</td></tr>
</table>

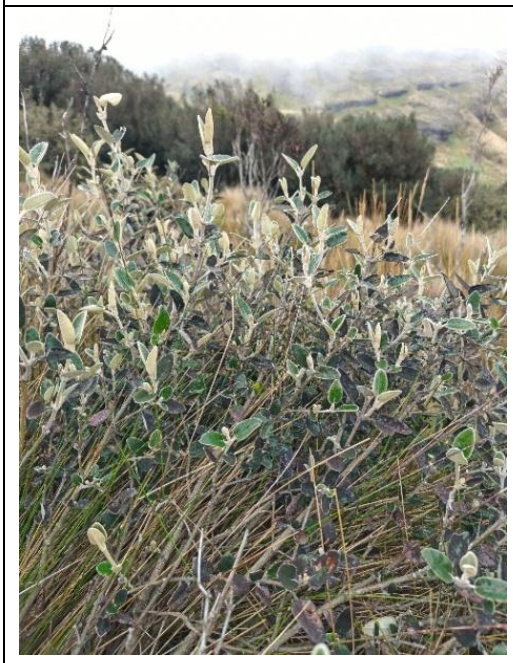
<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Lengua de venado, Helecho de lengua</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Elaphoglossum mathewsii</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Dryopteridaceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Son helechos terrestres, son de color verde a café obscuro.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 15 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa:15 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lanceoladas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 2 000 - 4 000 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cuamacás et al., 2015) Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: No son abundantes.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Sin registro de nombre común</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Gentianella Rupícola</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Gentianaceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Es una planta herbácea y contiene tallos cortos. Crecen en medio de las almohadillas, su flor es de color rojizo.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 8 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 4 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lanceoladas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 3000 – 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Montúfar & Pitman, 2026) iNaturalist</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Están dispersas por toda la zona de estudio.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Estrella rígida</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Valeriana rígida</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Caprifoliaceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Son hierbas en roseta, que crecen cerca al suelo y forman almohadillas. Su color es verde amarillento, y tiene numerosas flores pequeñas en el centro, de color blanco.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 8 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 15 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lanceoladas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 2500 - 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cuamacás et al., 2015) Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito
(Cordero et al., 2016) Flora del páramo del Cajas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Se encuentra un poco seca, sin embargo, contiene humedad.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Cacho de venado</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Halenia pulchella</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Gentianaceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Son hierbas perennes, tiene tallos delgados y son pequeñas. Presenta un color verde en su tallo y hojas, con flores amarillas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 18 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 8 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lanceolada</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 3000 - 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cuamacás et al., 2015) Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: No es muy común.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Genciana Andina</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Gentianella foliosa</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Gentianaceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Son hierbas perennes, que crecen solitarias o en grupos. Sus hojas son de color verdoso y rojillo, sus flores de color morado amarillento.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 50 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 10 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lanceoladas</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 3000 - 4500 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cuamacás et al., 2015) Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Común entre los pajonales.</td></tr>
</table>

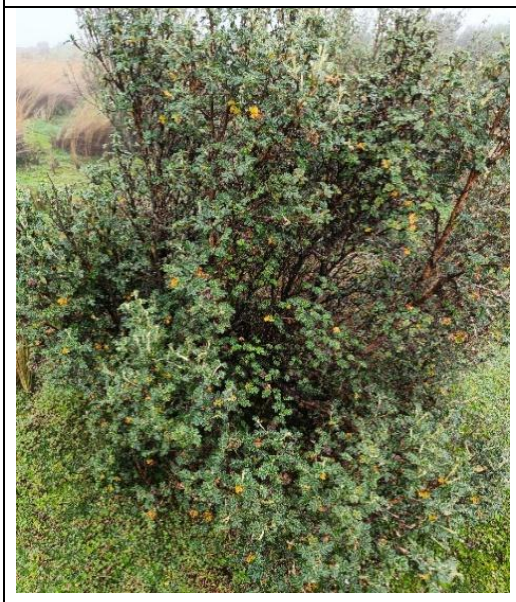
<table>
<tr><th colspan="3">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</th></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td colspan="2">Clasificación:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre común: Pikil Hembra</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre científico: Gynoxys miniphylla</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Asteraceae</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Es un arbusto común en los matorrales de los páramos, presenta ramas finas de color café. Sus hojas son de color verde en la parte de arriba, y la de abajo es de color blanquizco.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 2 m</td><td colspan="2" rowspan="2">Tipo de crecimiento: Arbustivo</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 1,5 m</td></tr>
<tr><td colspan="3">Tipo de hoja: Ovadas</td></tr>
<tr><td colspan="3">Elevación: 2800 - 4000 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="3">Respaldo bibliográfico:
(Cordero et al., 2016) Flora del Páramo del Cajas.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Observaciones: Por la temporada de invierno no florece, por esa razón no se pueden apreciar sus flores.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td colspan="2">Clasificación:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre común: Helecho de páramo</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nombre científico: Jamesonia goudotii</td></tr>
<tr><td colspan="3">Familia: Pteridaceae</td></tr>
<tr><td colspan="3">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Es un helecho terrestre, están cubiertos de tricomas de color café a rojizo. Crecen en macollas extensas.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 35 cm</td><td colspan="2" rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 80 cm</td></tr>
<tr><td colspan="3">Tipo de hoja: Frondas</td></tr>
<tr><td colspan="3">Elevación: 3300 – 4300 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="3">Respaldo bibliográfico:
(Cordero et al., 2016) Flora del Páramo del Cajas.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Observaciones: Frecuencia en pajonales</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Paja de páramo</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Calamagrostis steyermarkii</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Poaceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Son hierbas fasciculadas que crecen en pajonales húmedos entre macollas de Calamagrostis intermedia; desaparece en sitios quemados y con pastoreo excesivo.
Son de color morado oscuro.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 65 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 3 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lineal</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 3000 – 4150 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cordero et al., 2016) Flora del Páramo del Cajas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Crecen en medio de los pajonales, no son muy comunes.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común: Paja de viento</td></tr>
<tr><td>Nombre científico: Cortaderia Sericantha</td></tr>
<tr><td colspan="2">Familia: Poaceae</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Es una planta gramínea de porte medio que crea macollas densas. Tiene hojas largas y angostas, con bordes ásperos y cortantes.
Son de color verde amarillento, dependiendo de su estado actual.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima: 50 cm</td><td rowspan="2">Forma: Herbácea</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa: 60 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja: Lineal</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación: 3000 – 4200 msnm</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:
(Cordero et al., 2016) Flora del Páramo del Cajas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones: Dominante en las zonas centrales del área de estudio.</td></tr>
</table>

Ficha Técnica Gráfica de Vegetación



Clasificación:

Nombre común: Yagual Pasto

Nombre científico: Polylepis pauta

Familia: Rosaceae

Descripción:

Es un arbusto perenne de tamaño medio y tiene ramificación densa. Sus hojas son abundantes en cada rama; de color verde brillante.

Características:

Altura Máxima: 4 m

Diámetro de copa: 3 m

Forma: Arbustiva

Tipo de hoja: Compuesta imparipinnadas

Elevación: 3500 – 4500 msnm

Respaldo bibliográfico:

(Cuamacás et al., 2015) *Plantas de los páramos del Distrito metropolitano de Quito*

Observaciones: Crecen en abundancia en las afueras y centro de la zona de estudio.

Los resultados que se obtuvieron a partir de la elaboración de las fichas técnicas de vegetación en el área de conservación hídrica de la comunidad Cruz de Ventanas, lograron determinar la composición florística dominada por especies como la Calamagrostis intermedia, Cortaderia sericantha y Chuquiraga jussieui entre otras especies, que influyen característicamente en la estructura del ecosistema.

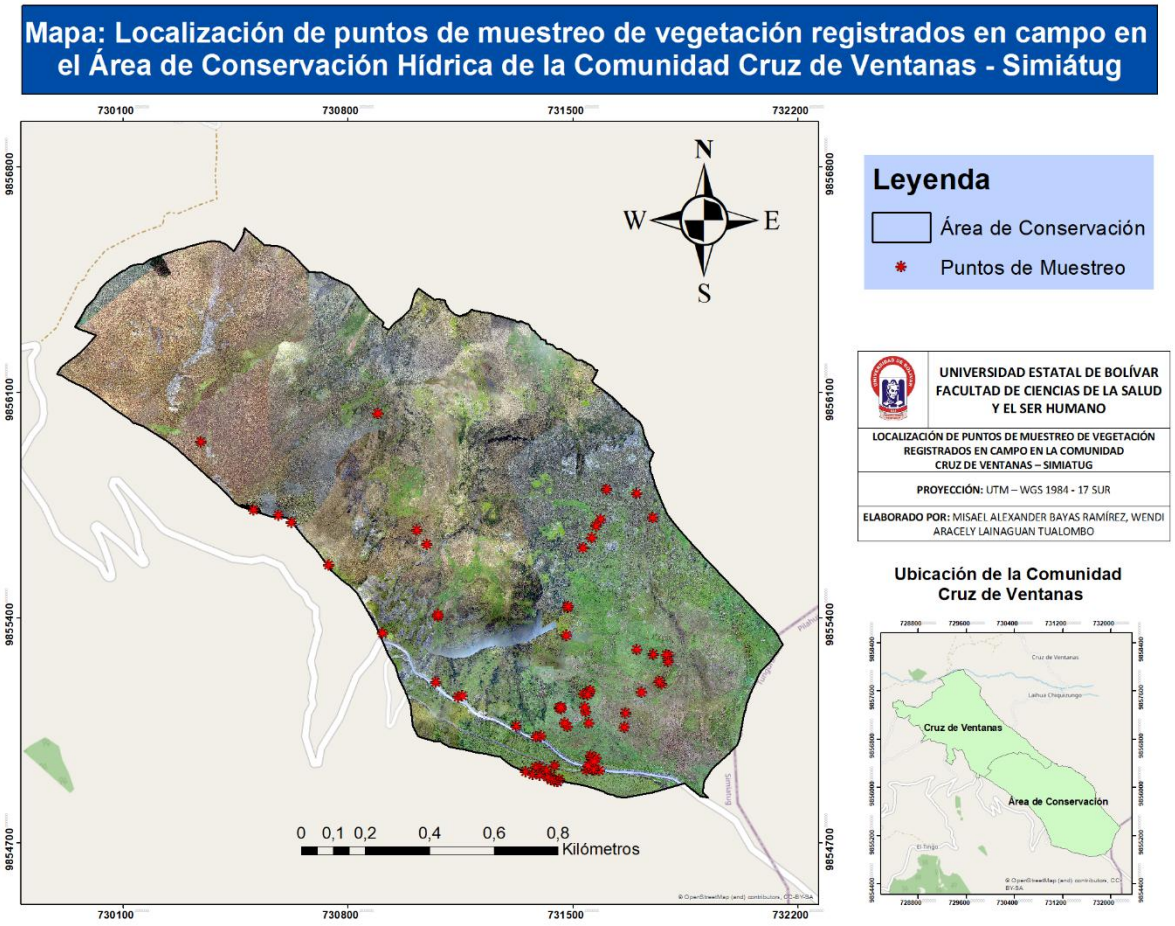
La presencia predominante de los estratos vegetativos constituye como elemento relevante en la vulnerabilidad de la cobertura vegetal frente a incendios forestales, debido que algunas de estas especies como la Chuquiraga jussieui, Loricaria Thuyoides, Gynoxys miniphylla y Polylepis pauta son especies arbustivas y Lasiocephalus ovatus, Valeriana microphylla son subarbustivas, porque contienen estructuras leñosas y suelen acumular material vegetal seco en su base. Este material puede contribuir como combustible superficial, lo que facilita la propagación de incendios de superficie dentro del ecosistema.

4.1.2. Resultados del Objetivo 2. Zonificar las especies vegetales vulnerables a la amenaza de incendios forestales en la zona de estudio

Se desarrolló un análisis espacial que integró información de campo, procesamiento cartográfico y técnicas de análisis geográfico, las cuales sirvieron como base para la identificación, caracterización y la zonificación de las especies vegetales del área de estudio. Este análisis permitió constituir la relación de las especies y los niveles de susceptibilidad, con el fin de identificar áreas y especies con mayor nivel de exposición dentro de la zona de estudio. A continuación, se presenta los resultados obtenidos a partir de mapas temáticos y tablas que permiten analizar de manera detallada la relación entre la vegetación y su exposición a los incendios forestales.

El mapa 2 representa los puntos registrados en campo de la localización espacial de las especies en el área de conservación durante la fase de levantamiento de información. Estos puntos fueron utilizados como una base fundamental para el proceso de clasificación supervisada, la distribución de los puntos en la zona de estudio permitió obtener información representativa de las diferentes especies vegetales existentes. En total se levantaron 80 puntos de vegetación durante las salidas en situ, la recolección de estos puntos constituye una base primordial dentro del proceso metodológico permitiendo relacionar la información espectral de la ortofoto con la información real del terreno, garantizando una clasificación precisa de la cobertura vegetal y obteniendo resultados más confiables para la zonificación de las especies vulnerables ante incendios.

Mapa 2. *Localización de los puntos registrados de vegetación en las salidas de campo*



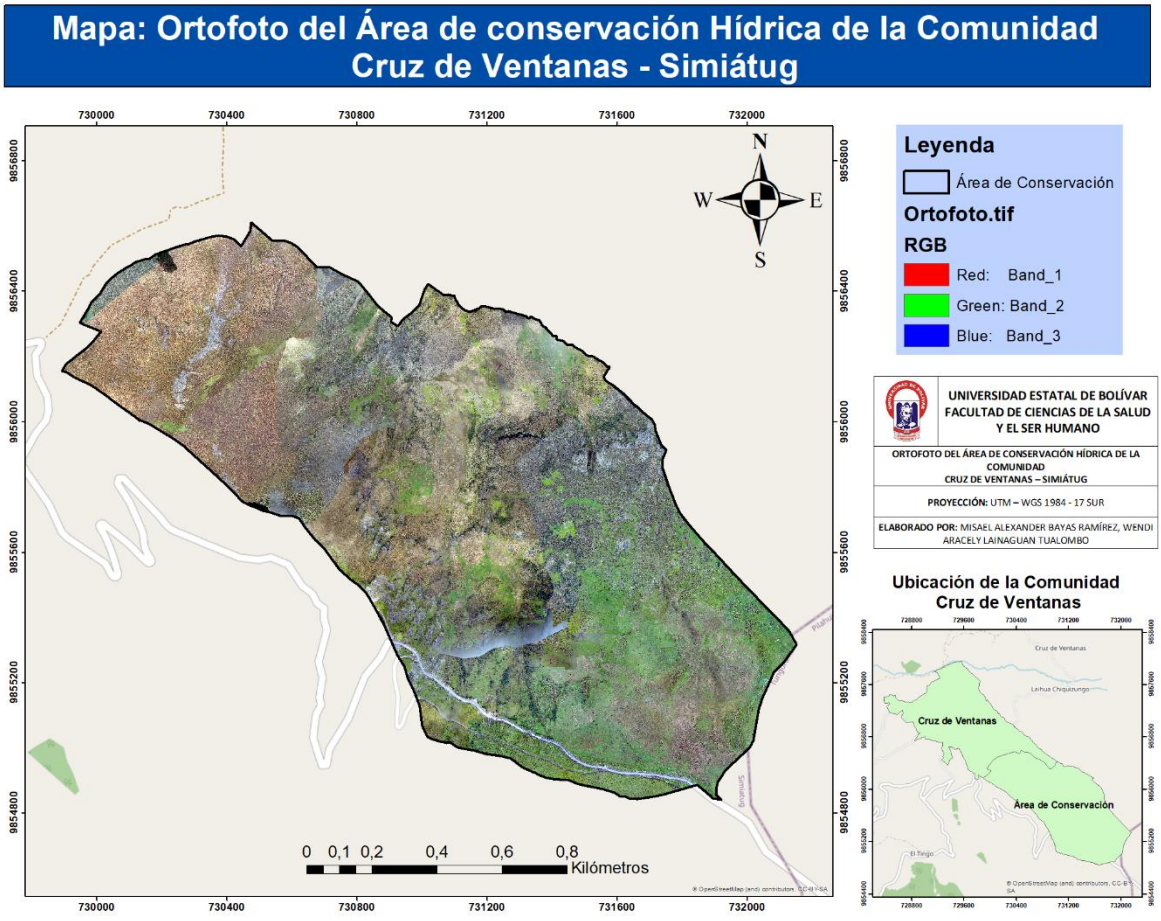
Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

En el mapa 3 se evidencia una representación detallada de la superficie terrestre de la zona de estudio obtenida a partir del procesamiento fotogramétrico de imágenes aéreas. La ortofoto tiene una alta resolución espacial de 2,44 cm por pixel lo cual permite distinguir con claridad diferentes tipos de especies vegetales, variaciones en la vegetación y características del área de estudio.

Esta ortofoto establece una estructura de 4 bandas y una profundidad de 16 bits, factores que garantizan una alta calidad radiométrica y geométrica insumo fundamental para el análisis

espacial que permite identificar la distribución de la vegetación, zonas con mayor o menor densidad vegetal y como base principal para la aplicación de técnicas de clasificación supervisada.

Mapa 3. *Resultado de la unión de los 6 vuelos (Ortofoto del área de conservación)*

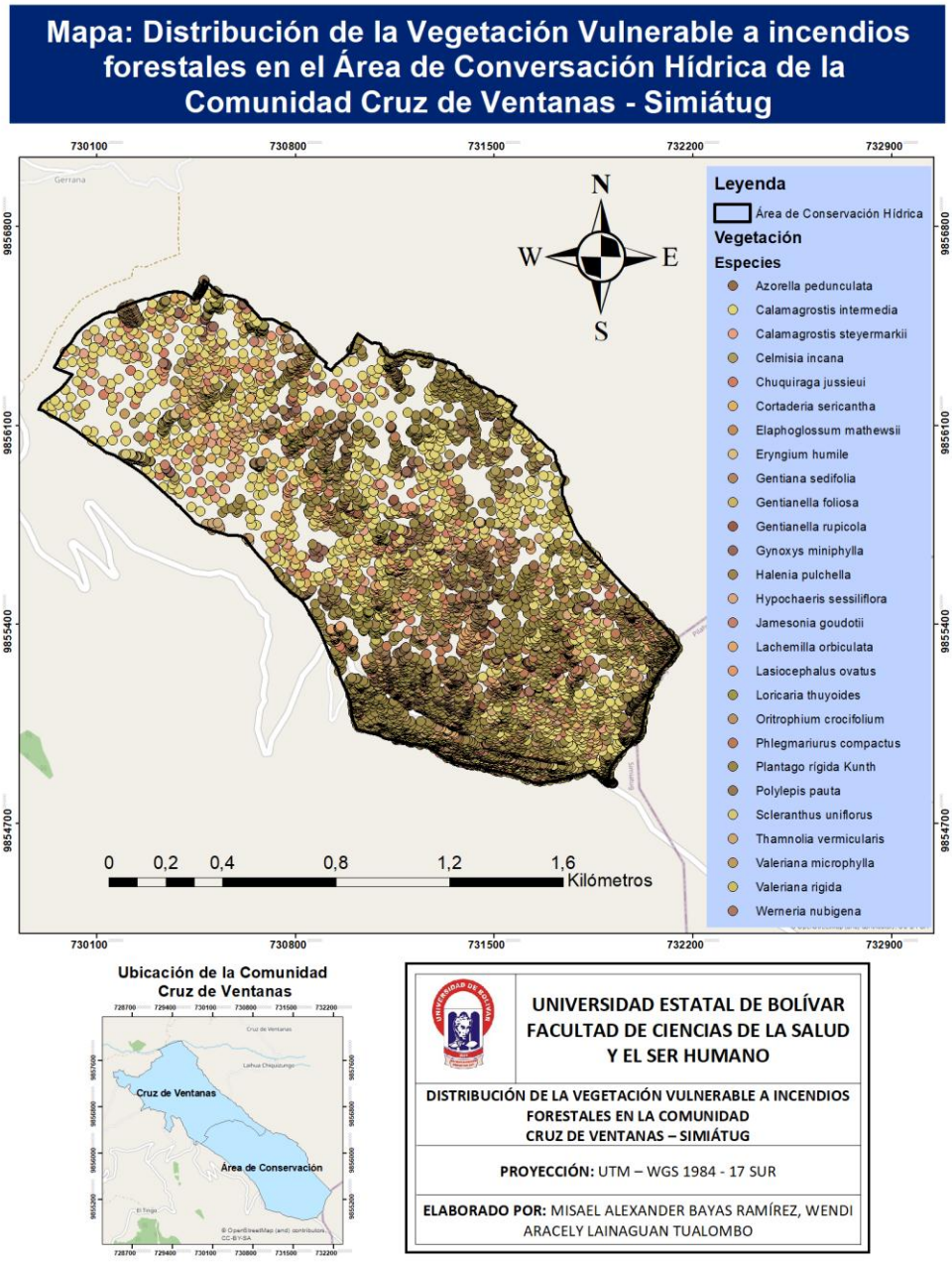


Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

El mapa 4 presenta la distribución de las especies vegetales identificadas a partir de los puntos levantados in situ, como también los puntos digitalizados mediante el análisis visual de la ortofoto, las especies vegetales se distribuyen de manera heterogénea dentro del área de estudio permitiendo reconocer su ubicación y evidenciando la diversidad del páramo. Este mapa es

fundamental para los análisis más detallados sobre la exposición a incendios forestales y sirve como base para posteriores evaluaciones.

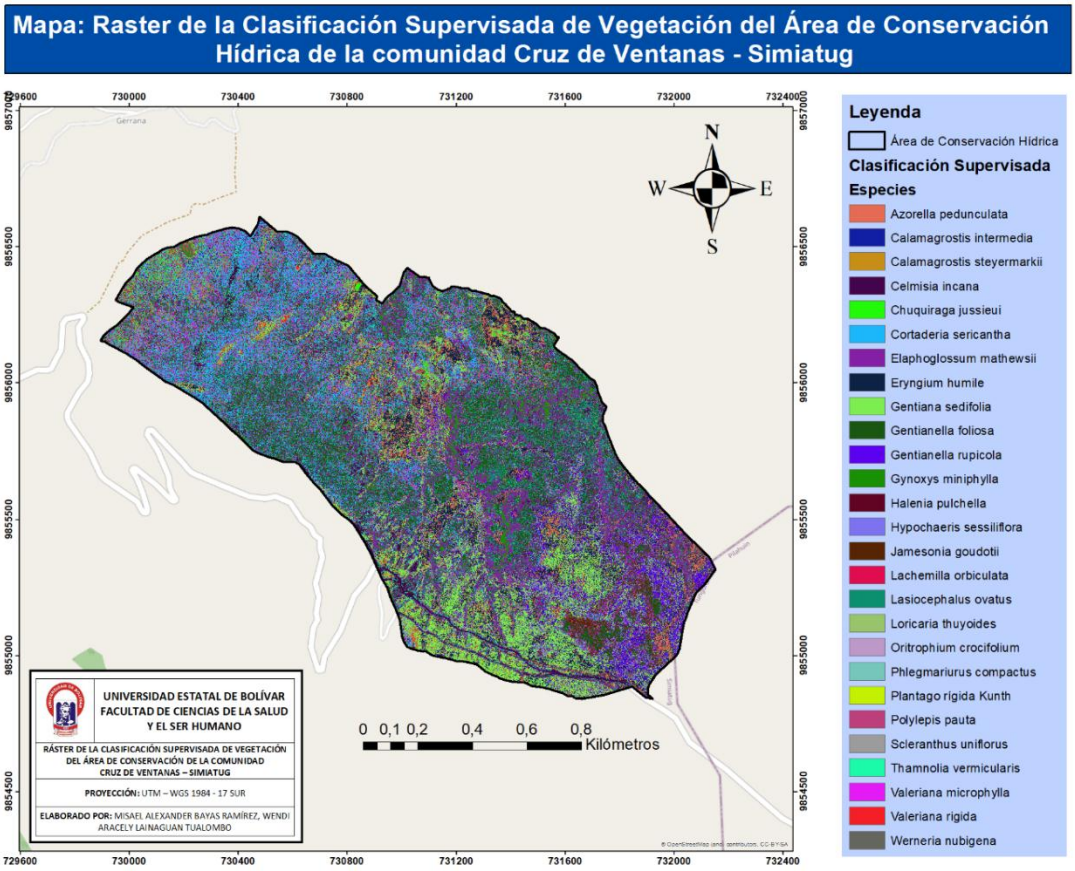
Mapa 4. *Distribución de la vegetación existente de los puntos levantados en la zona de estudio*



Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

El mapa 5 muestra el resultado de la clasificación supervisada visualizando la categorización de las especies vegetales obtenida mediante el procesamiento de la ortofoto y los puntos de vegetación elaborados previamente, se observó una clara diferenciación de las distintas especies presentes en el área de estudio, lo cual permite identificar la extensión y la distribución de cada tipo de vegetación. Este mapa constituye un paso importante para el análisis que permite cuantificar y delimitar las zonas ocupadas por la vegetación, facilitando su posterior integración a otros mapas como la susceptibilidad a incendios.

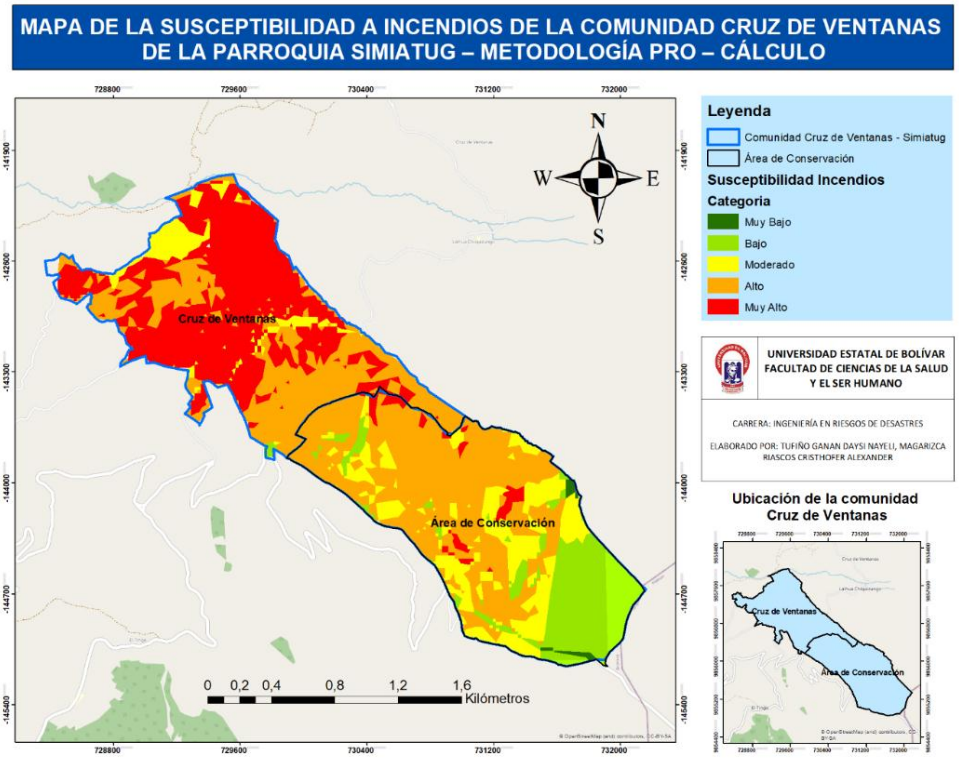
Mapa 5. *Resultado ráster de la clasificación supervisada*



Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

En el mapa 6 presenta la distribución espacial de la susceptibilidad a incendios de la comunidad Cruz de Ventanas, se observa la zonificación del área de Cruz de Ventanas en cinco niveles: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta susceptibilidad, evidenciando la variabilidad espacial del riesgo de ocurrencia y propagación del fuego. Se evidencia que una gran parte del área se concentra en niveles de alta y muy alta susceptibilidad, estas se localizan principalmente en áreas con pendientes pronunciadas, presencia de vegetación seca y zonas expuestas a mayor radiación solar y vientos, lo que indica que favorecen a la propagación y ocurrencia del fuego. Las zonas de moderada, baja y muy baja susceptibilidad son menos extensas y presentan condiciones menos favorables para el desarrollo de un incendio, esto se da por su ubicación geográfica, cantidad de humedad, menor pendiente, lo que reduce la ocurrencia de incendios.

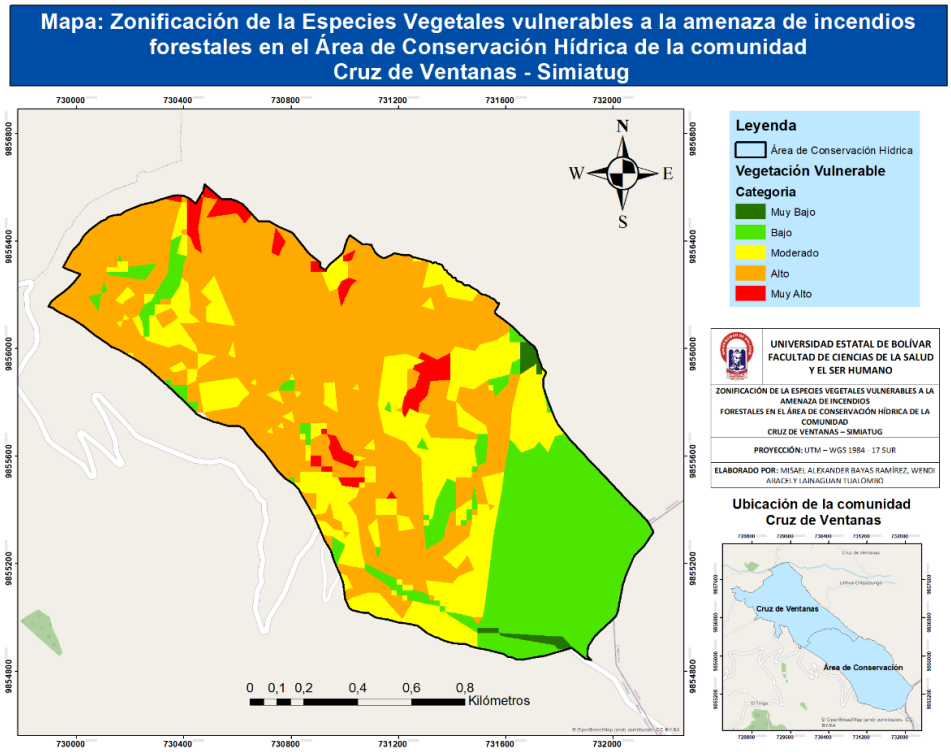
Mapa 6. *Mapa de susceptibilidad a incendios de la Comunidad Cruz de Ventanas*



Nota: *Elaborado por:* (Magarizca & Tufiño, 2025)

El mapa 7 presenta la zonificación espacial de las especies vegetales vulnerables a los incendios forestales, estas se distribuyen en diferentes niveles de exposición, desde muy baja hasta muy alta, lo que evidencia una relación directa entre la ubicación de las especies y el riesgo a incendios. Se evidencia que la mayoría de especies se encuentran en niveles altos de susceptibilidad por lo que se indica áreas críticas con mayor vulnerabilidad, de la misma manera existen zonas en donde las especies se localizan niveles bajos de susceptibilidad. Este mapa compone el resultado final del proceso metodológico, integra la información de la distribución de las especies y los niveles de susceptibilidad a incendio, permitiendo identificar espacialmente las especies con mayor nivel de exposición y las zonas prioritarias para la gestión de riesgos.

Mapa 7. *Zonificación de las especies vegetales vulnerables a la amenaza de incendios forestales*



Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

Tabla 2. *Resultados generales de la zonificación de las especies vegetales expuestas a incendios forestales.*

N°	Especies	Familia	Exposición a Incendios Forestales										Total	
			Muy Bajo		Bajo		Moderado		Alto		Muy Alto			
			Área en m²	%	Área en m²	%	Área en m²	%	Área en m²	%	Área en m²	%	Área en m²	%
1	Eryngium humile	Apiaceae	518,35	0,4	41876,52	33,5	27698,31	22,2	54655,70	43,7	190,84	0,2	**124939,72**	**100**
2	Azorella pedunculata		865,26	1,1	24355,22	31,5	17531,18	22,7	34396,54	44,5	230,34	0,3	**77378,54**	**100**
3	Chuquiraga jussieui	Asteraceae	195,43	0,4	4354,44	9,0	7630,73	15,7	34887,56	71,9	1467,14	3,0	**48535,30**	**100**
4	Werneria nubigena		34,79	0,2	11314,33	64,7	2646,78	15,1	3439,24	19,7	38,80	0,2	**17473,95**	**100**
5	Hypochaeris sessiliflora		92,37	0,2	8234,71	19,2	5231,51	12,2	28295,74	65,9	1064,35	2,5	**42918,68**	**100**
6	Loricaria thuyoides		123,48	0,6	3229,72	15,4	4510,19	21,5	12872,57	61,3	264,94	1,3	**21000,90**	**100**
7	Oritrophium crocifolium		18,43	1,7	175,25	16,2	335,06	31,0	509,70	47,2	42,12	3,9	**1080,56**	**100**
8	Lasiocephalus ovatus		997,43	1,6	11664,50	19,2	22588,93	37,2	23306,28	38,4	2087,46	3,4	**60644,59**	**100**
9	Celmisia incana		3404,74	4,7	12101,00	16,8	19747,63	27,4	33639,01	46,7	3135,78	4,4	**72028,16**	**100**
10	Gynoxys miniphylla		1382,55	2,9	9390,81	19,9	18292,77	38,8	16360,38	34,7	1712,80	3,6	**47139,30**	**100**
11	Valeriana rigida	Caprifoliaceae	96,19	0,4	5987,96	22,1	5549,91	20,5	15040,80	55,6	396,60	1,5	**27071,45**	**100**
12	Valeriana microphylla		165,99	0,1	16402,22	10,9	20152,87	13,4	107908,54	71,6	6071,18	4,0	**150700,78**	**100**
13	Scleranthus uniflorus	Caryophyllaceae	298,95	4,1	2046,54	28,2	2440,72	33,6	2337,12	32,2	140,84	1,9	**7264,17**	**100**
14	Elaphoglossum mathewsii	Dryopteridaceae	2203,56	1,3	37073,91	22,4	60823,48	36,7	59600,80	36,0	6081,51	3,7	**165783,27**	**100**
15	Gentiana sedifolia	Gentianaceae	864,09	0,4	71374,47	36,8	50625,75	26,1	70399,40	36,3	671,74	0,3	**193935,44**	**100**
16	Gentianella rupicola		578,75	0,5	70583,77	57,7	21736,20	17,8	29093,08	23,8	317,37	0,3	**122309,18**	**100**
17	Halenia pulchella		435,82	0,9	9768,48	20,2	10664,47	22,0	26388,68	54,4	1210,76	2,5	**48468,21**	**100**
18	Gentianella foliosa		1387,96	0,4	44552,28	13,9	63887,93	19,9	194390,59	60,6	16549,85	5,2	**320768,61**	**100**
19	Thamnolia vermicularis	Icmadophilaceae	529,03	1	7424,73	14,3	11561,02	22,3	29985,48	57,9	2305,00	4,4	**51805,26**	**100**
20	Phlegmariurus compactus	Lycopodiaceaek	190,69	0,5	8998,20	24,3	7102,04	19,1	20140,69	54,3	673,69	1,8	**37105,31**	**100**
21	Plantago rígida Kunth	Plantaginaceae	47,42	0,7	1546,13	21,9	1868,28	26,4	3560,17	50,4	43,26	0,6	**7065,26**	**100**
22	Calamagrostis intermedia	Poaceae	123,23	1,3	476,21	5,1	898,66	9,6	7671,18	81,9	195,15	2,1	**9364,43**	**100**
23	Calamagrostis steyermarkii		103,74	0,3	1522,97	4,6	3669,11	11,2	26322,38	80,2	1202,12	3,7	**32820,33**	**100**
24	Cortaderia sericantha		282,53	0,1	11305,70	4,8	36099,76	15,4	173627,45	74,3	12523,37	5,4	**233838,82**	**100**
25	Jamesonia goudotii	Pteridaceae	84,66	0,2	25923,15	54,5	4784,95	10,1	16174,46	34,0	634,92	1,3	**47602,14**	**100**

26	Polylepis pauta	Rosaceae	44,61	0,5	1616,66	18,2	1896,05	21,4	5226,14	59,0	81,30	0,9	**8864,76**	**100**
27	Lachemilla orbiculata		1,60	0,2	330,24	43,0	174,12	22,7	258,03	33,6	3,90	0,5	**767,89**	**100**
Total			**15071,64**	0,8	**443630,12**	22,4	**430148,40**	21,7	**1030487,72**	52,1	**59337,13**	3,0	**1978675,02**	**100**

Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

La tabla 2 de resultados generales se generó mediante el cruce espacial entre el shapefile de especies vegetales y el mapa de susceptibilidad a incendios forestales permitió la identificación del nivel de exposición de las especies vegetales presentes en el Área de conservación hídrica de la comunidad Cruz de Ventanas – Simiatug, frente a la amenaza de incendios forestales. El análisis se realizó considerando las 5 categorías de la susceptibilidad a incendios: muy bajo, bajo, moderado, alto, muy alto, lo que permite identificar la superficie total ocupada por cada una de las especies dentro de cada nivel de exposición.

El área total analizada corresponde a 197 ha, la cual fue distribuida dentro de estos cinco niveles de susceptibilidad. Dichos resultados nos muestran que la categoría alta presenta la mayor extensión superficial con 103 ha que equivale al 52,1% del área total analizada. Esto nos muestra que más de la mitad del área de conservación hídrica se encuentra en condiciones favorables de ocurrencia y propagación de incendios forestales.

Por otra parte, la categoría baja abarca 44,4 ha, lo que representa el 22,4% de la zona de estudio, mientras que la categoría moderada ocupa 43 ha correspondiente al 21,7% del área total. Estos dos niveles intermedios representan conjuntamente al 44,1% del área de estudio, lo que indica que se hallan en zonas donde las condiciones ambientales, como la humedad del suelo, la pendiente y el tipo de cobertura vegetal reducen la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales.

Además, las dos categorías extremas presentan una menor extensión dentro del territorio estudiado. El nivel de muy alta ocupa 5,9 ha que equivale al 3% del área total, mientras que el nivel muy bajo presenta 1,5 ha equivalente al 0,8% del territorio analizado. Aunque el nivel de muy alta susceptibilidad ocupa menor territorio, varias especies concentran una parte de su distribución en esta zona, lo que incrementa su nivel de exposición.

En términos totales, la suma de las categorías alta y muy alta representan aproximadamente el 55,1% del área total de estudio, lo que demuestra que más de la mitad del territorio presenta niveles elevados de susceptibilidad a incendios forestales. Con estos resultados se constituye un factor de riesgo muy importante para la conservación de las especies vegetales presentes en el área de conservación hídrica, por lo que estas condiciones ambientales, como la pendiente, vientos y ubicación geográfica predominantes favorecen la ocurrencia y la propagación del fuego.

Análisis de la susceptibilidad de las especies vegetales

El análisis por cada una de las especies vegetales identifica varias especies presentes en el área de estudio que se localizan mayormente distribuidas dentro de las zonas clasificadas como de alta susceptibilidad a incendios forestales, lo que incrementa el nivel de exposición frente a esta amenaza en la zona de trabajo.

Es importante recalcar que los porcentajes presentados corresponden a la distribución interna de las especies dentro de cada nivel de susceptibilidad, lo que permite identificar el grado de exposición ante los incendios.

En la tabla 3 correspondiente a la categoría de Muy Alta exposición a incendios forestales, muestra que las especies Cortaderia sericantha (5,4%), Gentianella foliosa (5,2%), Thamnolia vermicularis (4,4%), Celmisia incana (4,4%) y Valeriana microphylla (4%) registran los valores más elevados dentro de este nivel de susceptibilidad, sin embargo, aunque estos porcentajes son relativamente bajos en comparación con otras categorías, estos resultados indican que una mayor proporción de su área de distribución se localiza en zonas con condiciones extremadamente favorables un incendios forestal. Todo esto está asociado a la

ubicación geográfica de estas especies, la acumulación de material combustible y condiciones climáticas propias del páramo. Según (Wells, 2008), la disponibilidad de material combustible y las condiciones ambientales son los factores críticos que dictan que tan intenso será un incendio y a qué velocidad se propagará.

Tabla 3. *Especies de muy alta exposición a incendios forestales*

Especie	**Familia**	**Muy Alta exposición a incendios forestales**	
		Área en metros	**%**
Cortaderia sericantha	Poaceae	12523,37	5,4
Gentianella foliosa	Gentianaceae	16549,85	5,2
Thamnolia vermicularis	Icmadophilaceae	2305,00	4,4
Celmisia incana	Asteraceae	3135,78	4,4
Valeriana microphylla	Caprifoliaceae	6071,18	4

Nota: *Elaborado por*: *Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

En la tabla 4 se presentan las especies vegetales con mayor exposición a incendios forestales, demostrando que un alto porcentaje de su distribución espacial se ubica en zonas con alta susceptibilidad a la propagación del fuego. Entre las especies más vulnerables destacan la Calamagrostis Intermedia (81,9%), Calamagrostis steyermarkii (80,2%) y la Cortaderia sericantha (74,3%), pertenecientes a la familia Poaceae, las cuales registran los valores más elevados de exposición en la categoría de Alta susceptibilidad. Según (Balch, 2013) la familia poaceae es vulnerable a los incendios forestales debido a su estructura de combustible fino “material seco”, que permite una perdida rápida de humedad ante los cambios ambientales, creando continuidad rápida que favorece a la propagación del fuego.

De igual manera, especies como Chuquiraga jussieui (71,9%) y Valeriana microphylla (71,6%) presentan niveles elevados de exposición, lo que refuerza la tendencia de concentración de las especies vegetales en áreas vulnerables a los incendios. Por otro lado, un grupo importante

de especies como Hypochaeris sessiliflora (65,9%), Loricaria thuyoides (61,3%), Gentianella foliosa (60,6%), Polylepis pauta (59%), Thamnolia vermicularis (57.9%), Valeriana rigida (55,6%), Halenia pulchella (54,4%), Phlegmariurus compactus (54,3%), Plantago rígida Kunth (50,4%) presentan porcentajes intermedios entre el 50% al 65,9% de alta exposición.

Adicionalmente, la presencia de las especies Cortaderia sericantha, Valeriana microphylla, Thamnolia vermicularis, Gentianella foliosa en los diferentes niveles de exposición y más aún en las categorías de muy alto y alto evidencia una amplia distribución dentro del área de estudio, esto es asociado a su capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales.

Tabla 4. *Especies de alta exposición a incendios forestales*

Especie	**Familia**	**Alta exposición a incendios forestales**	
		Área en metros	**%**
Calamagrostis intermedia	Poaceae	7671,18	81,9
Calamagrostis steyermarkii		26322,38	80,2
Cortaderia sericantha		173627,45	74,3
Chuquiraga jussieui	Asteraceae	34887,56	71,9
Hypochaeris sessiliflora		28295,74	65,9
Loricaria thuyoides		12872,57	61,3
Valeriana microphylla	Caprifoliaceae	107908,53	71,6
Valeriana rigida		15040,80	55,6
Polylepis pauta	Rosaceae	5226,14	59,0
Thamnolia vermicularis	Icmadophilaceae	29985,48	57,9
Gentianella foliosa	Gentianaceae	194390,59	60,6
Halenia pulchella		26388,68	54,4
Phlegmariurus compactus	Lycopodiaceaek	20140,69	54,3
Plantago rígida Kunth	Plantaginaceae	7671,18	50,4

Nota: *Elaborado por*: *Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

La tabla 5 se presenta las especies vegetales vulnerables del nivel Moderado, entre ellas están la Gynoxys miniphylla (38,8%), Lasiocephalus ovatus (37,2%) y Elaphoglossum

mathewsii (36,7%) muestran los valores más elevados dentro de esta categoría de susceptibilidad. Estas nos indican que un porcentaje elevado de su área de distribución se ubica en zonas con condiciones moderadas para la ocurrencia y propagaciones incendios forestales. Las especies de este nivel presentan una vulnerabilidad intermedia frente a los incendios, lo que indica que, si bien no se encuentran en zonas de mayor riesgo, tampoco están completamente exentas a la exposición de incendios.

Esto está asociado tanto a una combinación de factores de material combustible, variabilidad en la humedad del suelo y por las condiciones climáticas menos extremas en la zona de estudio. Lo que implica la importancia de considerar estos niveles moderados dentro de nuestra propuesta para reducir el riesgo ante incendios forestales, puesto que pueden actuar como zonas de transición en donde la amenaza puede incrementarse bajo determinadas condiciones climáticas.

Tabla 5. *Especies vegetales con una moderada exposición a incendios forestales*

Especie	**Familia**	**Moderada exposición a incendios forestales**	
		Área en Metros	**%**
Gynoxys miniphylla	Asteraceae	18292,77	38,8
Lasiocephalus ovatus		22588,93	37,2
Elaphoglossum mathewsii	Pteridaceae	60823,48	36,7

Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

En la tabla 6 se presenta las especies con una menor vulnerabilidad ante los incendios, Werneria nubigena (64,7%), Gentianella rupícola (57,7%) y Jamesonia goudotii (54,5%) muestran valores más elevados dentro de esta categoría de susceptibilidad, lo cual indica que un porcentaje alto de su área de distribución se localiza en zonas bajas de exposición a los incendios forestales. Según (Baltaci, 2020) las áreas con mayor humedad, menor pendiente y zonas

determinadas con condiciones geográficas presentan menor vulnerabilidad debido a que estos están factores influyen en la propagación del fuego.

Sin embargo, una clasificación de baja exposición no garantiza una ausencia total del riesgo, puesto que cambios puede existir cambios en las condiciones climáticas o el uso del suelo podrían modificar la susceptibilidad del área de conservación hídrica. Por lo tanto, también deben ser consideradas en la propuesta para reducir la vulnerabilidad de la vegetación antes esta amenaza de incendios.

Tabla 6. *Especies vegetales con baja exposición a incendios forestales*

Especie	Familia	Baja exposición a incendios forestales	
		Área en metros	%
Werneria nubigena	Asteraceae	11314,33	64,7
Gentianella rupicola	Gentianaceae	70583,77	57,7
Jamesonia goudotii	Pteridaceae	25923,15	54,5

Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

La tabla 7 muestra las especies vegetales en el nivel de muy baja exposición a incendios forestales, las especies Celmisia incana, (4,7%) y Scleranthus uniflorus (4,1%) registran los valores más elevados dentro de esta categoría. Estos nos indican que una mayor proporción de su área de distribución se localiza en zonas poco favorables de ocurrencia y propagación de incendios. Esto está relacionado a factores como mayor humedad del suelo, poca existencia de material vegetal seco y por condiciones topográficas que no permiten la propagación del fuego y que reduce el nivel de exposición.

Estas especies identificadas nos da una posible ventaja en términos de conservación del área de estudio. Para culminar con esta categoría se puede mencionar que la especie Celmisia

incana se presenta en diferentes niveles de exposición, debido a su capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales.

Tabla 7. *Especies vegetales con muy baja exposición a incendios forestales*

Especie	Familia	Muy baja exposición a incendios forestales	
		Área en metros	%
Celmisia incana	Asteraceae	3404,74	4,7
Scleranthus uniflorus	Caryophyllaceae	298,95	4,1

Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

El análisis de los diferentes niveles de exposición a incendios forestales evidencia que las especies vegetales presentan una mayor concentración en zonas de alta y muy alta susceptibilidad, lo que implica que cubre una mayor vulnerabilidad dentro del área de conservación hídrica. Las especies ubicadas en las categorías de muy baja y baja vulnerabilidad presentan condiciones menos favorables para la propagación del fuego, las zona de exposición moderada actúan como áreas de transición en donde el riesgo puede varias en función de los diferentes factores ambientales y antrópicos, lo cual con estos resultados permiten identificar área prioritarias para la gestión del riesgo y constituyen un insumo fundamental para la formulación de propuestas orientadas a la reducción de la vulnerabilidad ante los incendios forestales.

La zonificación de las especies vegetales vulnerables a los incendios forestales permitió identificar que una gran parte de la vegetación está distribuida en niveles de muy alta y alta susceptibilidad, lo que permite el incremento de exposición frente a esta amenaza. Este comportamiento se relaciona principalmente con la distribución espacial de los pajonales, acumulación de material vegetal seco, condiciones climáticas propias del páramo, la presencia de

vientos fuertes y etapas de sequía, estos son factores que nutren la ocurrencia y propagación del fuego.

La topografía, la humedad del suelo y la ubicación geográfica influyen en que ciertas especies se ubiquen en zonas de menor susceptibilidad. Por lo tanto, la vulnerabilidad de las especies vegetales ante incendios no depende únicamente del tipo de especie, sino también de las condiciones climáticas del área de conservación, lo que indica que el riesgo de incendios forestales en la zona de estudio está determinado por la relación entre la vegetación, clima, topografía.

Según (Paucar et al., 2021) la amenaza de incendios forestales depende de la combinación de factores condicionantes como la pendiente, cobertura vegetal y factores climáticos como la temperatura y la humedad relativa, influyen en el incremento o disminución del nivel de amenaza ante incendios forestales.

4.1.3. Resultados del objetivo 3. Diseñar una propuesta para la reducción de la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales en el Área de protección hídrica

El análisis de la vulnerabilidad de la vegetación frente a incendios forestales permitió identificar áreas dentro de la zona de estudio con niveles de susceptibilidad muy alta y alta, las cuales representan sectores críticos que requieren intervención prioritaria para reducir el riesgo.

En función a los resultados de los objetivos anteriores, y considerando las zonas con niveles altos de exposición de la vegetación se proponen medidas de prevención para disminuir la probabilidad de ignición y la exposición de las especies en la zona. Las de reducción o mitigación son necesarias porque permiten reducir la magnitud de sus efectos, continuidad del combustible vegetal y velocidad de propagación.

También, se incluyen de manera complementaria medidas adaptativas, con el fin de fortalecer la resiliencia del ecosistema para responder y resistir la presencia de eventos futuros. Con las medidas correctivas se puede recuperar la cobertura vegetal después de los daños ocasionados por la ocurrencia de un incendio.

Propuesta para la reducción de la vulnerabilidad de la vegetación ante incendios forestales en el Área de protección hídrica

Nivel de prioridad	Tipo de medida	Medida	Descripción breve	Propósito	Responsable
Alta	Preventiva	Control y restricción de acceso al área protegida.	Fortalecimiento del control de ingreso a la zona de conservación hídrica, se organizarán turnos de vigilancia comunitaria y regulación del acceso, especialmente en temporadas secas. Se establecerán normativas locales que controlen actividades como las quemas agrícolas dentro de la zona de conservación.	Evitar actividades antrópicas que puedan generar incendios forestales.	MAATE / GAD Parroquial / Comunidad

Media	Preventiva	Señalización y delimitación de zonas críticas.	Identificación y señalización en campo de las zonas con nivel de vulnerabilidad alta y muy alta. Se realizará la georreferenciación de estos puntos para su respectiva socialización con la comunidad para poder facilitar la comprensión del riesgo.	Orientar las acciones de control, restringir el acceso y facilitar la priorización de intervenciones en el territorio.	GAD Parroquial / MAATE
Alta	Reducción (Mitigación)	Implementación de franjas cortafuego ecológicas.	Establecimiento de franjas estratégicas con reducción controlada de la cobertura vegetal en zonas de exposición alta y muy alta, priorizando áreas de pendiente y vegetación herbácea. Esta intervención se ejecutará mediante el desbroce manual selectivo de la vegetación herbácea y arbustiva. Se realizará mantenimientos periódicos para asegurar su funcionalidad como barreras de propagación del fuego.	Interrumpir la continuidad horizontal de la vegetación y limitar la propagación del fuego, evitando la intervención en zonas húmedas o cercanas a cuerpos de agua.	MAATE / GAD Parroquial / Comunidad

Alta	Reducción (Mitigación)	Manejo de material combustible seco	Reducción selectiva de material vegetal seco en diferentes sectores del área de estudio, mediante jornadas comunitarias planificadas, en donde se ejecutarán la recolección de hojarasca, ramas secas y pastizales acumulados en zonas críticas. Todo lo recolectado será dispuesto en sitios seguros para su descomposición natural.	Disminuir la carga de combustible fino para reducir la intensidad del fuego en caso de incendios, sin afectar la cobertura vegetal protectora del suelo.	MAATE / Comunidad
Media	Adaptativa	Restauración ecológica con especies nativas	Para la recuperación de áreas degradadas se efectuará mediante la reintroducción de especies propias del páramo.	Fortalecer la estabilidad del ecosistema y mejorar su capacidad de regeneración frente a disturbios como incendios forestales.	MAATE / Comunidad

Media	Adaptativa	Conservación de zonas húmedas	Protección de áreas con mayor contenido hídrico (quebradas, riachuelos, zonas con alta humedad), mediante la delimitación física de estas áreas y la prohibición de actividades antrópicas. Se implementará la señalización de estas áreas junto con el monitoreo comunitario para evitar alteraciones.	Mantener estas zonas como barreras naturales frente al fuego y reguladoras de humedad.	MAATE / Comunidad
Baja	Correctiva (recuperación)	Plan de restauración post – incendio	Ejecución de acciones inmediatas posteriores a los incendios, iniciando con la evaluación de los daños y delimitar las áreas afectadas. Se implementará técnicas de estabilización de suelos, seguida de la reforestación con especies nativas o implementadas, incluyendo el monitoreo periódico y la participación comunitaria para asegurar la recuperación de las áreas	Restablecer las condiciones ecológicas del área afectada.	MAATE / Comunidad
Baja	Correctiva (recuperación)	Monitoreo de regeneración natural	Seguimiento de la recuperación de la vegetación en zonas afectadas. Se realizarán inspecciones constantes con el apoyo técnico y comunitario, registrando la información	Evaluar la regeneración del ecosistema y la efectividad de las	Técnicos ambientales / Comunidad

			que nos permita ajustar las estrategias de manejo.	medidas implementadas.	

4.2. Comprobación de hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis se utilizó la tabla general del resultado del objetivo número dos.

Planteamiento de la hipótesis

¿Influye la especie vegetal en el nivel de susceptibilidad frente a incendios forestales?

Ho: No influye la especie vegetal en el nivel de susceptibilidad frente a incendios forestales.

Hi: Si influye la especie vegetal en el nivel de susceptibilidad frente a incendios forestales.

Para comprobar la hipótesis se aplicó la prueba de Chi Cuadrado (X^2), la cual permite determinar la relación entre dos variables categóricas. Las variables analizadas para esta comprobación fueron:

Variable independiente: Especie vegetal.

Variable dependiente: Nivel de susceptibilidad a incendios.

Este estudio se desarrolló con un nivel de confianza del 95% (0,05).

Dado que la resolución del ráster de la clasificación supervisada es de 0,3 x 0,3 metros, se utilizó un factor de conversión de 0,09 m^2, por el tamaño del pixel. A partir de este valor, se obtuvo los valores correspondientes al número de píxeles para cada especie en cada categoría.

La tabla 8 presenta los valores observados correspondientes a la distribución de cada una de las especies por pixel en cada una de las cinco categorías de susceptibilidad en el Área de Conservación Hídrica.

Tabla 8. *Valores Observados (Chi Cuadrado)*

Tabla de Valores observados						
Especies	**Muy bajo**	**Bajo**	**Moderado**	**Alto**	**Muy alto**	**Total (pixeles)**
Eryngium humile	5759	465294	307758	607285	2120	**1388216**
Azorella pedunculata	9613	270613	194790	382183	2559	**859758**
Chuquiraga jussieui	2171	48382	84785	387639	16301	**539278**
Werneria nubigena	386	125714	29408	38213	431	**194152**
Hypochaeris sessiliflora	1026	91496	58127	314397	11826	**476872**
Loricaria thuyoides	1372	35885	50113	143028	2943	**233341**
Oritrophium crocifolium	204	1947	3722	5663	468	**12004**
Lasiocephalus ovatus	11082	129605	250988	258958	23193	**673826**
Celmisia incana	37830	134455	219418	373766	34842	**800311**
Gynoxys miniphylla	15361	104342	203252	181782	19031	**523768**
Valeriana rigida	1068	66532	61665	167120	4406	**300791**
Valeriana microphylla	1844	182246	223920	1198983	67457	**1674450**
Scleranthus uniflorus	3321	22739	27119	25968	1564	**80711**
Elaphoglossum mathewsii	24483	411932	675816	662231	67572	**1842034**
Gentiana sedifolia	9600	793049	562508	782215	7463	**2154835**
Gentianella rupicola	6430	784264	241513	323256	3526	**1358989**
Halenia pulchella	4842	108538	118494	293207	13452	**538533**
Gentianella foliosa	15421	495025	709865	2159895	183887	**3564093**
Thamnolia vermicularis	5878	82496	128455	333172	25611	**575612**
Phlegmariurus compactus	2118	99979	78911	223785	7485	**412278**
Plantago rígida Kunth	526	17179	20758	39557	480	**78500**
Calamagrostis intermedia	1369	5291	9985	85235	2168	**104048**
Calamagrostis steyermarkii	1152	16921	40767	292470	13356	**364666**
Cortaderia sericantha	3139	125618	401108	1929193	139148	**2598206**
Jamesonia goudotii	940	288034	53166	179716	7054	**528910**
Polylepis pauta	495	17962	21067	58068	903	**98495**
Lachemilla orbiculata	17	3669	1934	2867	43	**8530**
Total (pixeles)	**167447**	**4929207**	**4779412**	**11449852**	**659289**	**21985207**

Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

En la tabla 9 se presentan los valores esperados, que se calcularon a partir de los valores observados.

Tabla 9. *Valores Esperados (Chi Cuadrado)*

Tabla de Valores esperados						
Especies	**Muy bajo**	**Bajo**	**Moderado**	**Alto**	**Muy alto**	**Total (pixeles)**
Eryngium humile	10573,14	311245,83	301787,30	722980,13	41629,61	**1388216**
Azorella pedunculata	6548,22	192762,58	186904,66	447760,25	25782,29	**859758**
Chuquiraga jussieui	4107,33	120909,16	117234,82	280854,91	16171,79	**539278**
Werneria nubigena	1478,73	43529,97	42207,13	101113,97	5822,20	**194152**
Hypochaeris sessiliflora	3632,02	106917,38	103668,24	248353,99	14300,36	**476872**
Loricaria thuyoides	1777,21	52316,36	50726,51	121523,53	6997,39	**233341**
Oritrophium crocifolium	91,43	2691,36	2609,58	6251,66	359,97	**12004**
Lasiocephalus ovatus	5132,09	151075,58	146484,50	350927,24	20206,59	**673826**
Celmisia incana	6095,45	179434,23	173981,35	416800,37	23999,60	**800311**
Gynoxys miniphylla	3989,20	117431,73	113863,07	272777,33	15706,67	**523768**
Valeriana rigida	2290,93	67439,03	65389,61	156651,35	9020,07	**300791**
Valeriana microphylla	12753,19	375421,10	364012,33	872050,22	50213,15	**1674450**
Scleranthus uniflorus	614,72	18095,86	17545,94	42034,13	2420,35	**80711**
Elaphoglossum mathewsii	14029,57	412994,38	400443,78	959327,64	55238,63	**1842034**
Gentiana sedifolia	16411,97	483126,12	468444,27	1122233,77	64618,86	**2154835**
Gentianella rupicola	10350,53	304692,97	295433,58	707758,76	40753,15	**1358989**
Halenia pulchella	4101,66	120742,13	117072,86	280466,91	16149,44	**538533**
Gentianella foliosa	27145,37	799089,69	774805,93	1856172,53	106879,47	**3564093**
Thamnolia vermicularis	4384,06	129055,45	125133,55	299777,58	17261,36	**575612**
Phlegmariurus compactus	3140,05	92435,05	89626,01	214713,56	12363,33	**412278**
Plantago rígida Kunth	597,88	17600,14	17065,29	40882,64	2354,05	**78500**
Calamagrostis intermedia	792,47	23328,15	22619,22	54187,99	3120,18	**104048**
Calamagrostis steyermarkii	2777,42	81760,17	79275,54	189917,33	10935,55	**364666**
Cortaderia sericantha	19788,84	582532,39	564829,66	1353140,51	77914,60	**2598206**
Jamesonia goudotii	4028,36	118584,60	114980,90	275455,27	15860,87	**528910**
Polylepis pauta	750,17	22083,13	21412,04	51296,00	2953,65	**98495**
Lachemilla orbiculata	64,97	1912,47	1854,36	4442,41	255,80	**8530**
Total (pixeles)	167447	4929207	4779412	11449852	659289	**21985207**

Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

La tabla 10 muestra los datos del análisis de chi cuadrado obtenidos para cada una de las especies vegetales y el nivel de susceptibilidad y el total del chi cuadrado para su posterior análisis.

Tabla 10. *Chi Cuadrado*

Tabla de CHI CUADRADO						
Especies	**Muy bajo**	**Bajo**	**Moderado**	**Alto**	**Muy alto**	**Total**
Eryngium humile	2191,96	76244,68	118,13	18514,15	37497,57	134566,49
Azorella pedunculata	1434,42	31441,21	332,68	9604,19	20918,28	63730,78
Chuquiraga jussieui	912,85	43505,30	8981,89	40600,47	1,03	94001,55
Werneria nubigena	807,49	155162,41	3881,28	39129,43	4992,11	203972,71
Hypochaeris sessiliflora	1869,86	2224,33	20006,17	17562,35	428,13	42090,84
Loricaria thuyoides	92,39	5160,71	7,42	3805,37	2349,18	11415,07
Oritrophium crocifolium	138,61	205,87	474,21	55,43	32,42	906,54
Lasiocephalus ovatus	6898,04	3051,36	74553,84	24102,83	441,37	109047,44
Celmisia incana	165218,68	11275,05	11866,15	4443,27	4898,31	197701,48
Gynoxys miniphylla	32416,99	1459,07	70175,36	30354,98	703,60	135109,99
Valeriana rigida	652,82	12,20	212,15	699,60	2360,26	3937,02
Valeriana microphylla	9331,82	99399,37	53915,37	122567,53	5921,76	291135,86
Scleranthus uniflorus	11914,20	1191,36	5223,06	6140,74	302,99	24772,35
Elaphoglossum mathewsii	7788,84	2,73	189364,56	92008,62	2753,72	291918,48
Gentiana sedifolia	2827,39	198813,91	18888,02	103020,22	50554,78	374104,31
Gentianella rupicola	1485,00	754820,06	9841,23	208888,09	34006,23	1009040,61
Halenia pulchella	133,63	1233,54	17,25	578,71	450,55	2413,69
Gentianella foliosa	5063,88	115700,82	5443,07	49697,61	55484,55	231389,94
Thamnolia vermicularis	509,08	16797,29	88,16	3720,05	4038,87	25153,46
Phlegmariurus compactus	332,67	615,69	1281,01	383,26	1924,89	4537,52
Plantago rígida Kunth	8,64	10,08	799,06	42,98	1491,92	2352,68
Calamagrostis intermedia	419,44	13946,19	7056,99	17788,38	290,57	39501,57
Calamagrostis steyermarkii	951,24	51420,12	18705,74	55377,00	535,74	126989,83
Cortaderia sericantha	14008,77	358384,81	47456,40	245234,31	48123,57	713207,86
Jamesonia goudotii	2367,71	242131,79	33232,32	33275,85	4890,08	315897,75
Polylepis pauta	86,80	769,08	5,56	894,03	1423,72	3179,19
Lachemilla orbiculata	35,42	1613,29	3,42	558,69	177,02	2387,84
Total, Chi^2						**4454462,82**

Nota: *Elaborado por: Bayas, M., y Lainaguan, W., 2026*

Las tablas 8, 9 y 10 evidencian diferencias significativas entre los valores observados y esperados en los diversos niveles de susceptibilidad. Se identifica especies vegetales que presentan una mayor presencia en las categorías de alto y muy alto de susceptibilidad, mientras que otras se distribuyen en niveles bajos y moderados, estos datos generan un aporte fundamental para el chi cuadrado, porque refleja que la distribución de la vegetación no ocurre de manera aleatoria.

Los resultados obtenidos aplicando el chi cuadrado son:

Chi Cuadrado (X^2): 4454462,82

Grado de libertad (gl): 104

Nivel de confianza: 95% (0,05)

Valor critico (X^2 Tabla): 128,8039

X^2Calculado (4454462,82) > X^2Crítico (128,8039)

Se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis de investigación, dado que el valor calculado del chi cuadrado es significativamente mayor al valor crítico. Lo que evidencia que la especie vegetal si influye en el nivel de susceptibilidad ante incendios forestales en el área de conservación hídrica.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

CONCLUSIONES

Se logró identificar las especies vegetales que se encuentran en el área de conservación de la comunidad Cruz de Ventanas en las visitas de campo, registro fotográfico y revisión de libros científicos especializados. Como resultado, se distinguieron 27 especies dentro de la zona de estudio, distribuidas en diferentes familias, destacando las Asteraceae, Gentianaceae, Poaceae; concluyendo que su distribución no es homogénea, sino que se altera en función de su localización.

En relación al análisis espacial de la cobertura vegetal, por medio de la aplicación de los sistemas de información geográfica, como técnica se usó la clasificación supervisada, se logró identificar y delimitar la distribución de las especies en el área de trabajo; además, con la combinación del mapa de susceptibilidad frente a incendios forestales se logró identificar las especies que se localizan en zonas significativas de susceptibilidad dentro de la categoría alta y muy alta frente a esta amenaza, destacándose especies como: Cortaderia sericantha, Calamagrostis intermedia y Calamagrostis steyermarkii.

Por último, se plantearon medidas de reducción direccionadas en la prevención, mitigación, adaptación y recuperación ante incendios forestales, con el fin de disminuir la vulnerabilidad de la vegetación existente en el área de estudio. Acciones que integran el control y restricción de acceso a esta zona, entre otras, que son fundamentales tomar en cuenta; la aplicación de estas medidas puede favorecer en el fortalecimiento de resiliencia del páramo, conservación de las especies vegetales y reducción del riesgo.

RECOMENDACIONES

Efectuar monitoreos periódicos de la vegetación dentro de la zona estudiada, con el fin de actualizar la información sobre el estado de conservación de las especies, cambios en su composición florística y distribución de las mismas.

Se sugiere considerar la variabilidad espacial de la vulnerabilidad de la vegetación en los procedimientos de planificación y gestión de la zona de conservación hídrica, priorizando las áreas que contienen mayor nivel de susceptibilidad frente a incendios forestales, con el propósito de optimizar la toma de decisiones y asignación de estrategias de prevención.

Se recomienda a las entidades competentes y a la comunidad implementar progresivamente las medidas propuestas, las cuales se establecieron de acuerdo a diferentes niveles de prioridad en la zonificación de la zona, de tal forma que permita que su intervención sea más eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, B. (2021). *Plantas herbáceas: carcterísticas y ejemplos*. Ecología Verde. https://ecologiaverde.elperiodico.com/plantas-herbaceas-caracteristicas-y-ejemplos-1950.html

Acosta, B. (2024). *Tipos de hojas - Clasificación e imágenes*.

Aerolaser. (2025). *Ortofotografía: Qué es, cómo funciona y su importancia*. https://aerolaser.es/ortofotografia-que-es/

Aguilar, Z., Hidalgo, P., & Ulloa, C. (2009). *Guía de Plantas Útilesde los Páramos de Zuleta, Ecuador*. moz-extension://1988b279-14c1-4f12-804d-e2b38386a307/enhanced-reader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fwww.missouribotanicalgarden.org%2FPortals%2F0%2Fstaff%2FPDFs%2Fulloa%2FImbabura_Zuleta.pdf

Amores, M. (2022). *Thamnolia vermicularis vermicularis* . https://www.inaturalist.org/observations/105309061

Araya, A., & Calvo, G. (2017). Diagnóstico sobre la vulnerabilidad ecológica y calidad del agua en la quebrada La Central, Pacayas de Alvarado, Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, *30*(3), 47. https://doi.org/10.18845/tm.v30i3.3272

Arellano, H., & Orlando, R. (2008). Patrones en la distribución de la vegetación en áreas de páramo de Colombia: Heterogeneidad y dependencia espacial. *Caldasia: Revista de Biodiversidad Tropical, ISSN-e 2357-3759, ISSN 0366-5232, Vol. 30, Nº. 2, 2008, Págs. 355-411*, *30*(2), 355–411.

Bach, E., Bernet, M., & Serra, M. (2016). *Co-financed by the EU-Union Civil Protection*

Mechanism. 1–32. https://es.scribd.com/document/349567271/Los-Incendios-Forestales-Guia-para-Comunicadores-y-Periodistas

Balch, J. (2013). *Jennifer BALCH | Director of Earth Lab & Assistant Professor | PhD | University of Colorado Boulder, Boulder | CUB | Department of Geography | Research profile*. https://www.researchgate.net/profile/Jennifer-Balch

Baltaci, U. (2020). Efecto de la pendiente en el análisis del riesgo de incendios forestales. *Efecto de La Pendiente En El Análisis Del Riesgo de Incendios Forestales*, *48*(4), 373–379. https://doi.org/10.15671/hjbc.753080

Britton, M. R., & Watkins, J. E. (2016). The economy of reproduction in dimorphic ferns. *Annals of Botany*, *118*(6), 1139–1149. https://doi.org/10.1093/AOB/MCW177

Carrillo, M. E. J., Secretario, T., De Gestión, N., & Riesgos, D. E. (2025). *Secretaría Nacional De Gestión de Riesgos*.

Chuncho, C., & Chuncho, G. (2019). *Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión* (p. 13). https://drive.google.com/file/d/1_m4ZobqzjfgTfv2S3CvB4AIjSh5IlPnS/view

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitucion del Ecuador (análisis) | Análisis de la Constitución de la República del Ecuador. In *Iusrectusecart* (Vol. 449, Issue 449). www.lexis.com.ec

Cordero, C., García, M., Minga, D., Ansaloni, R., Verdugo, A., & Ulloa, C. (2016). *Flora del páramo del Cajas, Ecuador*. http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8786

Cuamacás, B., Fernández, D., Freire, E., Haro, M., Herrera, V., Obando, B., Palacios, W.,

Peñafiel, M., Rea, E., Ulloa, C., Unda, M., & Yánez, A. (2015). *Plantas de los páramos del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador.* (Vol. 2).

Delcas, M. (2024). *En Ecuador, la peor sequía en sesenta años está causando incendios y escasez de electricidad*. https://www.lemonde.fr/planete/article/2024/11/20/en-equateur-la-pire-secheresse-depuis-soixante-ans-entraine-incendies-et-penuries-d-electricite_6405125_3244.html

Encalada, K. (2016). *Extracción, aislamiento y caracterización de metabolitos secundarios del Extracto en diclorometano de la especie Loricaria thuyoides (Lam.) Sch. Bip.* https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/16218/1/Encalada Collahuazo Karem Lizbeth.pdf

FAO. (2020). *Cobertura vegetal del suelo | Agricultura de conservación | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Cobertura Vegetal. https://www.fao.org/conservation-agriculture/in-practice/soil-organic-cover/es/

FAO. (2024). *La FAO actualiza sus directrices para hacer frente a los incendios forestales extremos*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. https://www.fao.org/newsroom/detail/faolaunch-updated-guidelines-to-tackle-extremewildfires/es

Fenwick, N. (2022). *Scleranthus uniflorus* . https://www.inaturalist.org/observations/108410292

Frederick, D. (2021). *¿Qué son los proveedores? - Características, tipos y ejemplos*. Enciclopedia Económica. https://ecologiaverde.elperiodico.com/que-son-los-arbustos-3178.html

Garavito, L. (2015). Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo. *Ingeniare*, *19*, 127–136. https://doi.org/10.18041/1909-2458/INGENIARE.19.530

Gardey, J. P. P. A. (2023). *Vegetación - Qué es, importancia, clasificación y consecuencias*. https://definicion.de/vegetacion/

Geoinnova. (2021). ¿{Qué} son las firmas espectrales? In *Geoinnova*. https://geoinnova.org/blog-territorio/firmas-espectrales/

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial rural Simiátug. (2024). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Nazón. *Urbing Soluciones Integrales*, 1–175.

González, R., Vidal, M., Jiménez, M., & Villamarín, D. (2024). Gestión de áreas protegidas en el Ecuador: estrategias y conservación. *Universidad y Sociedad*, *16*(4), 160–169. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202024000400160

Graziati, G. (2023). *Hojas compuestas: qué son, tipos y ejemplos - Resumen con esquemas*. https://ecologiaverde.elperiodico.com/hojas-compuestas-que-son-tipos-y-ejemplos-4245.html

Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación* . https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

Instituto de Hidrología, M. y E. A. (2023). *Suceptibilidad de las coberturas- IDEAM*. http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/susceptibilidad-de-las-coberturas

Jonker, A. (2024). *¿Qué es un SIG (sistema de información geográfica)? | IBM*. IBM.

https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/geographic-information-system

Llambí, L. D., Soto, A., Célleri, R., De Bievre, B., Ochoa, B., & Borja, P. (2012). Ecología, Hidrología y Suelos de Páramos. In *Proyecto Páramo Andino* (Issue May). s.l. : Proyecto Páramo Andino : FONAG. http://hdl.handle.net/10469/23897

Magarizca, C., & Tufiño, D. (2025). *Incendios forestales y sus efectos en la cobertura vegetal en la comunidad Cruz de Ventanas, parroquia Simiatug, cantón Guaranda. período enero – mayo 2025*. https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/8996

Marmol, M. (2022). *Análisis de pérdida de cobertura vegetal en el área de incendio del páramo Mojanda-Cajas, cantón Otavalo* (p. 98). https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12975/2/03 RNR 423 TRABAJO DE GRADO.pdf

Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2020). *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente - vLex Ecuador*. https://vlex.ec/vid/reglamento-codigo-organico-ambiente-922404410

Montaño, D. (2021). *¿Qué es un área de protección hídrica? Te explicamos*. https://gk.city/2021/03/27/que-es-area-proteccion-hidrica/

Montúfar, R., & Pitman, N. (2026). Gentianella rupicola. *IUCN Red List of Threatened Species*, *2004*. https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T45276A10985455.en

Moreno, H. (2018). *Vulnerabilidad de las áreas boscosas de la parroquia Checa a incendios forestales por causas antropogénicas* [Universidad Internacional SEK]. https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3162/1/Hernán Moreno INCENDIOS FORESTALES.pdf

Muñoz, A. (2024). Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres Ley 0 Registro Oficial Suplemento 488 de 30-ene.-2024 Estado: Vigente Asamblea nacional REPÚBLICA DEL ECUADOR. *Asamblea Nacional, República Del Ecuador*, *5*. www.lexis.com.ec

Ojeda, L., & Tovar, L. (2016). *El análisis espacial como una herramienta para el estudio del transporte de carga urbano*. https://doi.org/10.4995/CIT2016.2016.4125

ONU. (2015). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. *Resolución Aprobada Por La Asamblea General El 3 de Junio de 2015*, 26. http://www2.ohchr.org/spanish/bodies/hrcouncil/docs/gaA.RES.60.1_Sp.pdf

Paucar, A., Vallejo, M., Barragán, G., & Villacis, L. (2021). Factores condicionantes y climáticos en la amenaza de incendio forestal de la microcuenca del Río Chazo Juan, Ecuador. *JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH*, *6*(4), 139–165. https://doi.org/10.5281/ZENODO.5825384

Pazmiño, D. (2019). *Peligro de incendios forestales asociado a factores climáticos en Ecuador*. 9. https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/1800/1701

Perrie, L. (2020). *Celmisia incana* . https://www.inaturalist.org/observations/64224718

Ponce, C., & Zacarias, N. (2024). *Análisis de la vulnerabilidad por incendios forestales en la provincia de Concepción*. 73. https://repositorio.continental.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/58b84491-8412-4b3b-9389-c543e91af64d/content

Quijije, J. (2014). *Sistema de prevención de incendios forestales en el área boscosa de los Frailes del parque nacional Machalilla del cantón Puerto López*.

https://es.scribd.com/document/615802155/QUIJIJE-MERO-JACINTO-WISTON

Rayzeek. (2023). *Qué es la reflectancia - Rayzeek*. 26 de Diciembre de 2023. https://www.rayzeek.com/es/glosario/que-es-la-reflectancia?srsltid=AfmBOooON_3WPerjh73Tc1mrQzMLgJGSn6EqfWwTFrxPMePFfhojRLZU

Ropero, S. (2020). Páramo: características, flora y fauna. In *Ecología verde*. https://ecologiaverde.elperiodico.com/paramo-caracteristicas-flora-y-fauna-2546.html

Sánchez de Lorenzo, J. (2021). *Las hojas de los árboles.* Arboles Ornamentales. https://www.arbolesornamentales.es/hojas.htm

Sanpedro, N. (2023). *Arbustos y subarbustos | San Pedro Naturaleza*. https://sanpedronaturaleza.wordpress.com/flora/arbustos/

Sarango, J., Muñoz, J., Muñoz, J., & Aguire, Z. (2019, December 31). Impacto ecológico de un incendio forestal en la flora del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, *9*(2), 101–114. https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/687

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (2024). *Incendios Forestales 2024 – Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos*. https://www.gestionderiesgos.gob.ec/incendios-forestales/

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2020). *Glosario de térmimos asociados a la Gestión del Riesgo de Desastres*. https://biblioteca.gestionderiesgos.gob.ec:8443/files/original/fb3a5ca71935d5ed89beed899ece3ef2.pdf

UNDRR. (2017a). *Definición: Gestión del riesgo de desastres | UNDRR*. https://www.undrr.org/terminology/disaster-risk-management

UNDRR. (2017b). *Definición: Mitigación | UNDRR*. https://www.undrr.org/terminology/mitigation

UNDRR. (2020). *Vulnerabilidad | UNDRR*. https://www.undrr.org/terminology/vulnerability

Universidad Nacional Autonama de Mexico. (2021). *Incendios | Portal UNAM*. Mexico. https://www.unam.mx/medidas-de-emergencia/incendios

Van Lierop, P., & Carle, J. (2008). *Descargo de responsabilidades Para más información, se ruega establecer contacto con*. http://www.fao.org/docrep/009/j9255s/j9255s00.htm

Wells, G. (2008). The Rothermel Fire-Spread Model: Still running Like a champ. *Fire Science Digest*, *2*, 1–12. https://digitalcommons.unl.edu/jfspdigest

Whittaker, R. (2020). *¿Qué es un ecosistema?* . https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/quees

Wikcionario Libre. (2024). *Fronda* . https://es.wiktionary.org/wiki/fronda

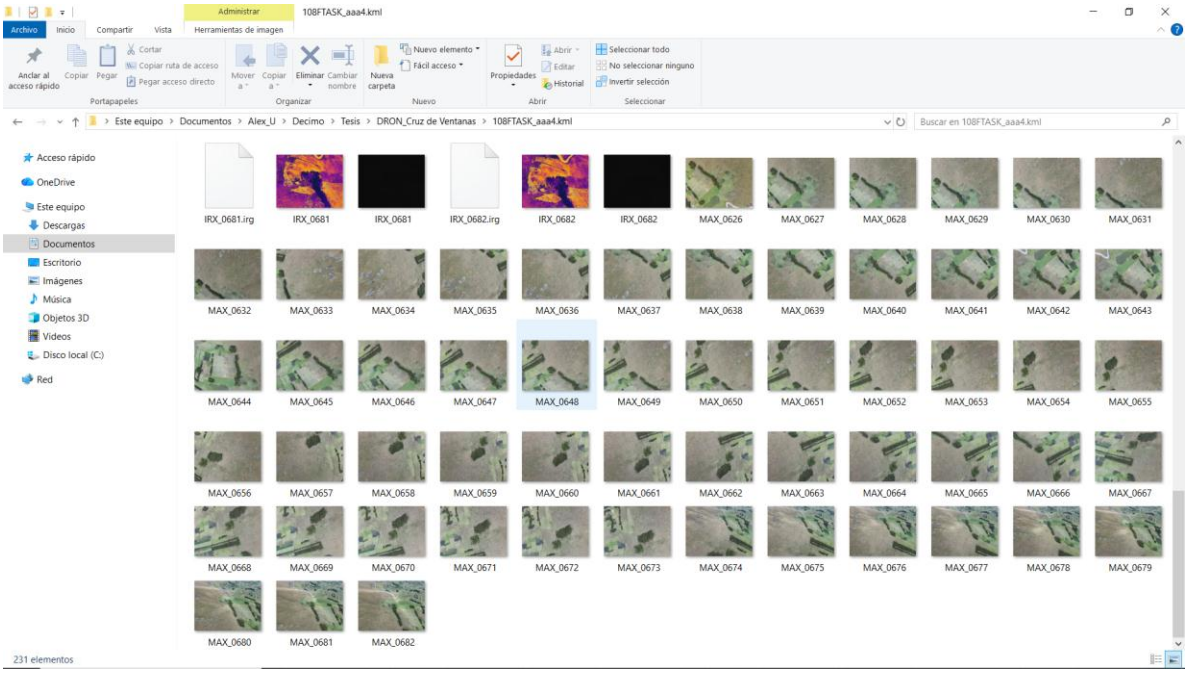
Zhiminaicela, J., Lima, K., Quevedo, J., García, R., & Rogel, B. (2021). Incendios forestales un factor influyente en la degradación de la biodiversidad del cantón Chilla, Ecuador. *Revista Científica Del Amazonas*, 8. https://doi.org/10.34069/RC/2021.7.01

ANEXOS

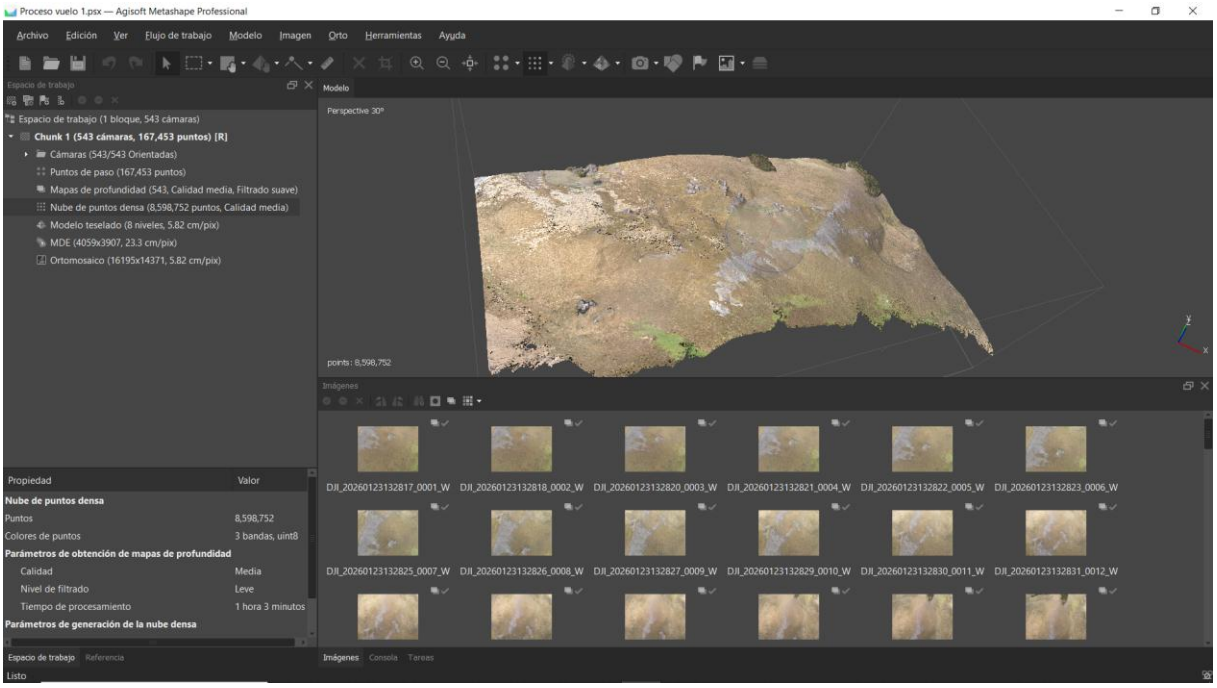
Anexo 1. Ficha técnica gráfica de las especies vegetales

<table>
<tr><td colspan="2">Ficha Técnica Gráfica de Vegetación</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Clasificación:</td></tr>
<tr><td>Nombre común:</td></tr>
<tr><td>Nombre científico:</td></tr>
<tr><td></td><td>Familia:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Descripción:</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Características:</td></tr>
<tr><td>Altura Máxima:</td><td rowspan="2">Forma:</td></tr>
<tr><td>Diámetro de copa:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tipo de hoja:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Elevación:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Respaldo bibliográfico:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Observaciones:</td></tr>
</table>

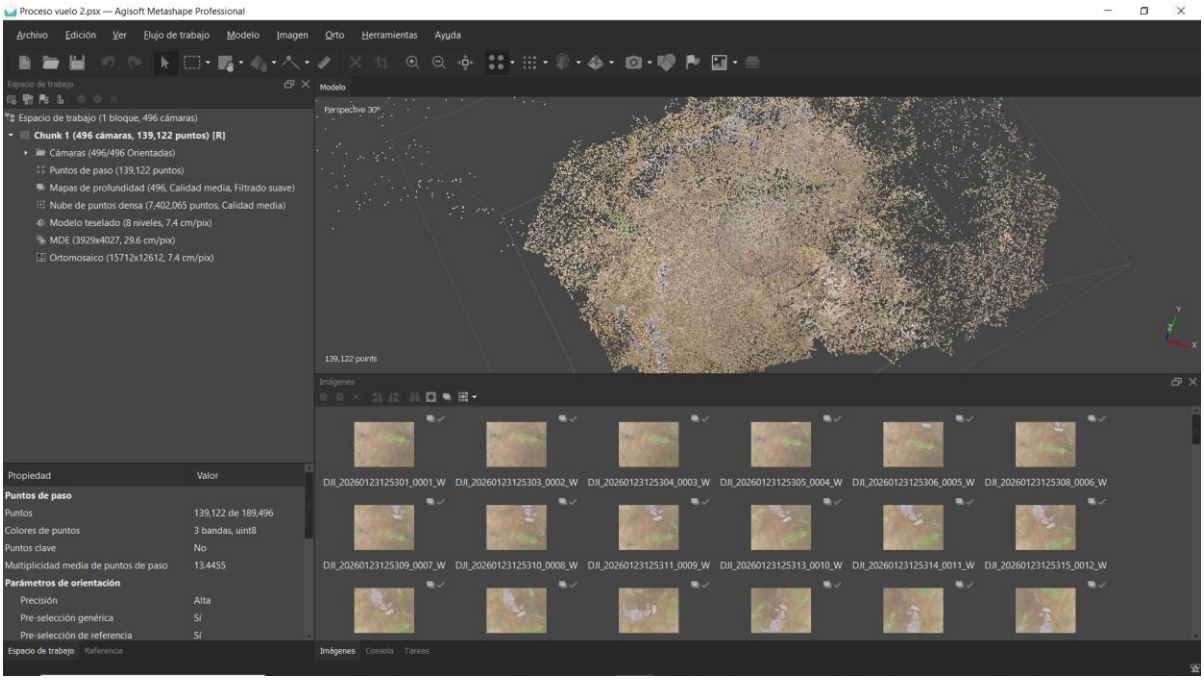
Anexo 2. Evidencia de las imágenes que se obtuvieron mediante el dron



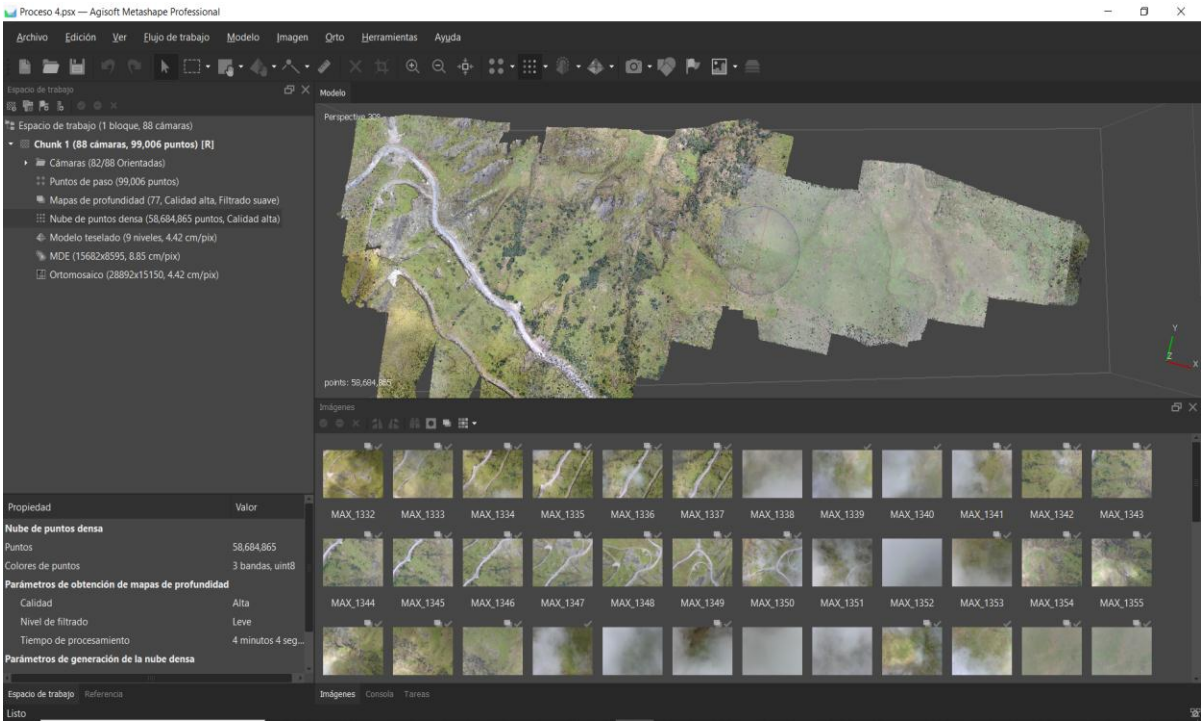
Anexo 3. Procesamiento de las imágenes en el software Agisoft Metashape Professional



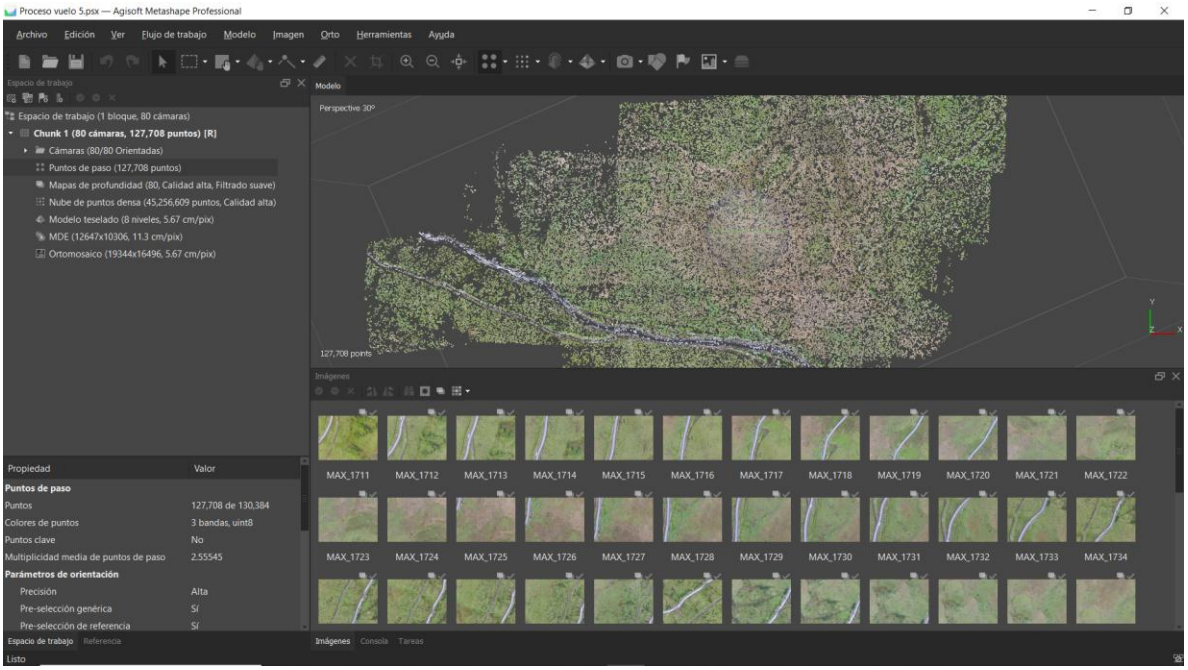
Anexo 4. Procesamiento del vuelo 2



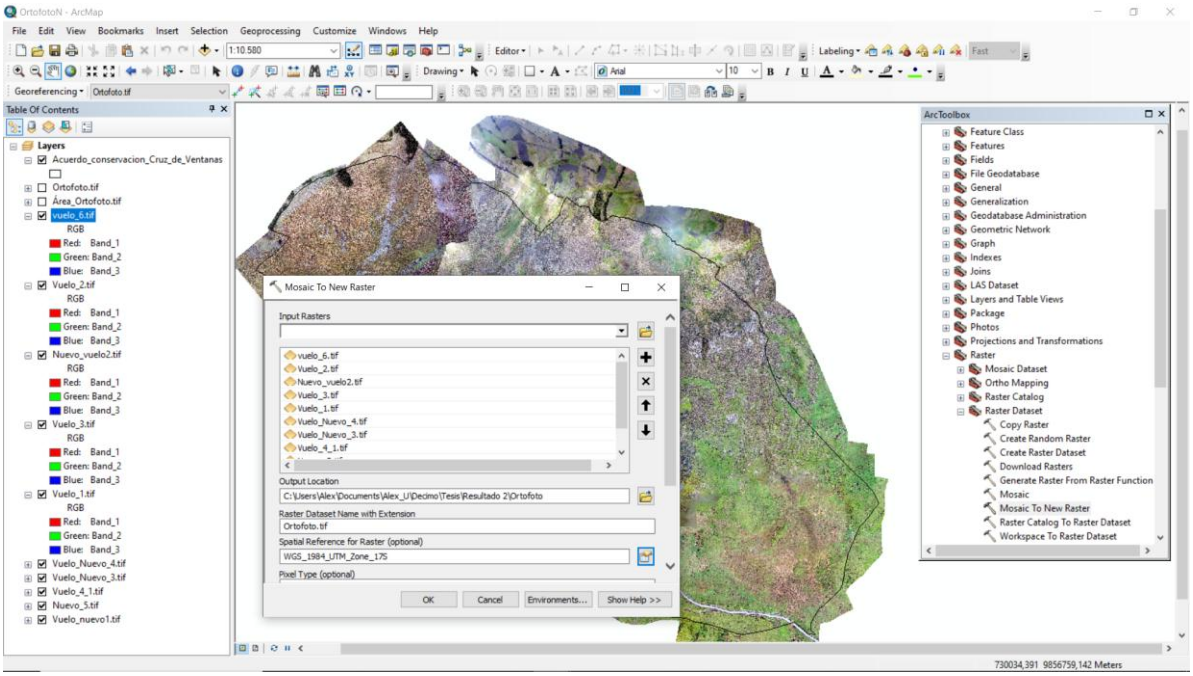
Anexo 5. Procesamiento del vuelo 4



Anexo 6. Procesamiento del vuelo 5



Anexo 7. Proceso de unión de las ortofotos de todos los vuelos realizados mediante la herramienta Mosaic To New Raster



Anexo 8. Registro fotográfico de las salidas de campo

Foto 1. En la primera salida de campo se registró en Avenza Maps las especies localizadas en una parte de la zona estudiada.



Nota: *Elaboración propia*

Foto 2. En la segunda salida de campo se recorrió otras áreas, para el registro de las especies que faltaban.



Nota: *Elaboración propia*

Foto 3. Durante esta salida de campo, se utilizó el dron para capturar imágenes del área de estudio.



Nota: *Elaboración propia*

Foto 4. En esta salida de campo, se capturó imágenes de las zonas que faltaban.



Nota: *Elaboración propia*