

RIESGOS AMBIENTALES Y SOCIALES QUE AFRONTAN LOS ECOSISTEMAS DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO

Eduardo Antonio Muñoz Jácome
Guicela Margoth Ati Cutiupala
Daniel Adrián Vistin Guamantaqui
Diego Francisco Cushquicullma Colcha



RIESGOS AMBIENTALES Y SOCIALES QUE AFRONTAN LOS ECOSISTEMAS DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO

© Autores

Eduardo Antonio Muñoz-Jácome

Docente de la Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales,
Riobamba, Ecuador

Guicela Margoth Ati-Cutiupala

Investigadora, Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales,
Riobamba, Ecuador

Daniel Adrián Vistin-Guamantaqui

Docente de la Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo, Sede Orellana, El Coca, Ecuador

Diego Francisco Cushquicullma-Colcha

Investigador, Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales,
Riobamba, Ecuador



Casa Editora del Polo – CASEDELPO CIA. LTDA.

Departamento de Edición

Editado y distribuido por:

Editorial: Casa Editora del Polo
Sello Editorial: 978-9942-816
Manta, Manabí, Ecuador. 2019
Teléfono: (05) 6051775 / 0991871420
Web: www.casedelpo.com
ISBN: 978-9942-816-93-1

© Primera edición

© Febrero - 2022

Impreso en Ecuador

Revisión, Ortografía y Redacción:

Lic. Jessica Mero Vélez

Diseño de Portada:

Michael Josué Suárez-Espinar

Diagramación:

Ing. Edwin Alejandro Delgado-Veliz

Director Editorial:

Dra. Tibusay Milene Lamus-García

Todos los libros publicados por la Casa Editora del Polo, son sometidos previamente a un proceso de evaluación realizado por árbitros calificados. Este es un libro digital y físico, destinado únicamente al uso personal y colectivo en trabajos académicos de investigación, docencia y difusión del Conocimiento, donde se debe brindar crédito de manera adecuada a los autores.

© **Reservados todos los derechos.** Queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento, parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento.

Comité Científico Académico

Dr. Lucio Noriero-Escalante
Universidad Autónoma de Chapingo, México

Dra. Yorkanda Masó-Dominico
Instituto Tecnológico de la Construcción, México

Dr. Juan Pedro Machado-Castillo
Universidad de Granma, Bayamo. M.N. Cuba

Dra. Fanny Miriam Sanabria-Boudri
Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle, Perú

Dra. Jennifer Quintero-Medina
Universidad Privada Dr. Rafael Bellosó Chacín, Venezuela

Dr. Félix Colina-Ysea
Universidad SISE. Lima, Perú

Dr. Reinaldo Velasco
Universidad Bolivariana de Venezuela, Venezuela

Dra. Lenys Piña-Ferrer
Universidad Rafael Bellosó Chacín, Maracaibo, Venezuela

Dr. José Javier Nuvaéz-Castillo
Universidad Cooperativa de Colombia, Santa Marta,
Colombia

Constancia de Arbitraje

La Casa Editora del Polo, hace constar que este libro proviene de una investigación realizada por los autores, siendo sometido a un arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review), de contenido y forma por jurados especialistas. Además, se realizó una revisión del enfoque, paradigma y método investigativo; desde la matriz epistémica asumida por los autores, aplicándose las normas APA, Sexta Edición, proceso de anti plagio en línea Plagiarisma, garantizándose así la científicidad de la obra.

Comité Editorial

Abg. Néstor D. Suárez-Montes
Casa Editora del Polo (CASEDELPO)

Dra. Juana Cecilia-Ojeda
Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

Dra. Maritza Berenguer-Gouarnaluses
Universidad Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba

Dr. Víctor Reinaldo Jama-Zambrano
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. Chone

CONTENIDO

PRÓLOGO.....	13
INTRODUCCIÓN.....	15

CAPITULO I

Procesos amenazantes a la cobertura vegetal de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.....	19
---	----

1.1 Proceso amenazante incendios.....	21
1.2 Proceso amenazante introducción de especies exóticas de flora.....	40

CAPITULO II

Procesos amenazantes a la vida silvestre de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.....	53
--	----

2.1 Proceso amenazante introducción de especies exóticas de fauna.....	55
2.2 Proceso amenazante cacería ilegal.....	77
Procesos climáticos amenazantes.....	89

CAPITULO III

Procesos climáticos amenazantes.....	89
--------------------------------------	----

3.1 Proceso amenazante variabilidad climática de la temperatura.....	91
3.2 Proceso amenazante elevación de la temperatura y disminución de la precipitación.....	99
3.3 Resultados.....	104

Las áreas protegidas son consideradas como una de las herramientas mas eficaces para la protección y conservación de los recursos naturales, en el Ecuador se ha evidenciado un crecimiento de las formas de conservación en los últimos años, sin embargo la dinámica de cambios en la cobertura y uso de los páramos de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo han ocasionado impactos que necesitan ser estudiados y sustentados científicamente para que contribuyan a los propósitos del área protegida lo que motivó a que se ejecutaran varias investigaciones a efecto de precisar las amenazas y vulnerabilidades a los que están sometidos los ecosistemas de este importante sitio de conservación.

Los diseños experimentales y levantamiento de información primaria lo ejecutaron investigadores de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a través del Instituto de Investigaciones y la Facultad de Recursos Naturales se contó con la participación de actores locales, entidades gubernamentales y no gubernamentales, como paso previo al diseño de medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático global y en el caso específico al cambio de uso de suelo.

El trabajo de campo se realizó en el periodo 2018 a 2021 en dos fases, la primera consistió en recabar información de los actores presentes en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo en base a talleres aplicando la metodología Manejo Adaptativo a Riesgos y Vulnerabilidades para Sitios de Conservación, que se realizó en conjunto con la Sociedad Alemana de

CAPITULO IV	
Análisis geoestadístico aplicado al cambio de usos de suelo en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo	113
4.1 Introducción.....	115
4.2 Método.....	116
4.3 Resultados	119
CAPITULO V	
Análisis aplicado al movimiento de masa en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.....	135
5.1 Introducción.....	137
5.2 Método.....	139
5.3 Resultados	144
CAPITULO VI	
Estudio hídrico de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo mediante técnicas estadísticas descriptivas.....	163
6.1 Introducción	165
6.2 Influencia de los glaciares sobre la hidrología nacional y local.....	167
6.3 Proceso metodológico	170
6.4 Resultados.....	172
CAPITULO VII	
Análisis de los procesos amenazantes	183
7.1 Introducción	185
7.2 Métodos.....	186
7.3 Criterios y categorías.....	187
CAPITULO VIII	
Consideraciones finales.....	199
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	203

Cooperación Internacional (GIZ) y el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) antes Ministerio del Ambiente (MAE) incluyendo a actores sociales que coexisten en el área protegida mediante talleres participativos.

Posteriormente se validó la información en campo, se sistematizó, analizó y se determinaron las amenazas que fueron susceptibles de ser medidas objetivamente y a través de métodos científicos, se aplicaron herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y mediante técnicas de geoprocesamiento espacial, análisis multicriterio, análisis ponderado, densidad de kernel, máxima entropía entre otros, se identificó los sitios críticos con alta vulnerabilidad.

El presente documento se fundamenta en parte de las investigaciones del proyecto de investigación “Medidas ante los riesgos que afrontan los ecosistemas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo frente al cambio de uso de suelo”, financiado por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

A continuación, se presentan los resultados de los procesos amenazantes detectados: incendios forestales, disminución del caudal de agua, movimientos de masa, introducción de especies exóticas de flora, introducción de especies exóticas de fauna, cacería ilegal, variabilidad climática, elevación de la temperatura y cambio de uso de suelo.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de la Tierra han evolucionado a lo largo de miles de años, este proceso ha dado origen a comunidades biológicas diversas y complejas que viven en equilibrio con su entorno. Estos ecosistemas diversos también suministran a las personas alimentos, agua fresca, aire limpio, energía, medicina y ocio. Sin embargo, desde hace más de cien años la naturaleza y los servicios que prestan a la humanidad afrontan un riesgo creciente (WWF, 2021).

El deterioro de los ecosistemas está repercutiendo de forma directa e indirecta sobre el bienestar humano, ya que compromete el funcionamiento de los ecosistemas y su capacidad de generar beneficios esenciales para las sociedades (Latterra et al., 2017)

Adicionalmente, existe una gran incertidumbre sobre la magnitud de los efectos ambientales causados por actividades antrópicas sobre los ecosistemas; lo que se sabe con certeza es que el impacto de estas actividades es mayor en los ecosistemas de alta montaña que en la mayoría de los otros ecosistemas tropicales.

Bajo este panorama Ecuador otorga derechos a la naturaleza y eso se ve plasmado en la Constitución aprobada en el año 2008, en la cual el “medio ambiente” adquiere mayor importancia. En la norma citada se encuentran varias disposiciones que protegen el medio ambiente, paralelamente el Ecuador genera el Acuerdo Ministerial 064 como respuesta y alternativa de solución

en el cual se establece como Política de Estado la “Política de Ecosistemas Andinos del Ecuador”, que tiene como uno de sus ejes principales la conservación y manejo sustentable de la biodiversidad y agrobiodiversidad.

Todo esto ha provocado que el Ecuador consolide su Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), que concentra a los subsistemas estatales, privados, comunitarios y de gobiernos locales conformando el Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador (PANE). El SNAP garantiza la cobertura y conectividad de ecosistemas importantes, de sus recursos culturales y de las principales fuentes hídricas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014b). Abarca las cuatro regiones del país y alberga 60 reservas naturales (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2019) que se extienden en aproximadamente el 20% de la superficie del Ecuador siendo una de estas áreas protegidas la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH).

Esta área protegida además presenta un bioclima pluviestacional, ombrotipo húmedo y la vegetación una fenología siempreverde, debido a las características geográficas (pendiente en la gran mayoría de territorio) es una zona de no inundabilidad, el sitio se caracteriza por poseer una temperatura promedio máximo de 8,81 °C en las estribaciones oriental y occidental de la reserva (MAE, 2014b), es frecuente que en los días más fríos y húmedos la precipitación ocurra en forma de nieve o escarcha en las zonas de mayor altura con un promedio

anual de 998 mm que varía entre 809 mm en las zonas menos lluviosas y los 1 300 mm en las zonas más húmedas (Vistin Guala-mantaquí et al., 2021).

La reserva está localizada en las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar, esta área presenta una distribución altitudinal que va desde los 3800 y 6268 metros sobre el nivel del mar (msnm) en la cumbre del volcán Chimborazo, sus ecosistemas se caracterizan por ser una zona de alto endemismo (Rodríguez González & Morales De La Nuez, 2017).

Los ecosistemas de la RPFCH se encuentran amenazados principalmente por el desarrollo de actividades antrópicas como agricultura, quema de pajonales por actividad agropecuaria, actividad pecuaria, habilitación de tierras para plantaciones forestales y extracción de material pétreo (Arena y Piedra), esto ha provocado que la cobertura de los ecosistemas se reduzca alterando procesos e interacciones bióticas que en él se desarrollan, aumentando así el riesgo de un colapso inminente (MAE, 2014a).

En este sentido el conocimiento de los procesos de cambio que se desarrollan dentro de esta área protegida se convierte en un elemento fundamental para comprender, pronosticar y mermar los efectos negativos de las actividades antrópicas, tanto a nivel ecológico como a nivel social, por ende las investigaciones y estudios generados se convierten en herramientas fundamentales

que orientan la toma medidas adecuadas para la reducción de los impactos conservando los ecosistemas y sus funciones adicionalmente una adecuada priorización de uso de los espacios de las áreas protegidas posibilitará el alcanzar los objetivos planteados en términos de la conservación de los recursos naturales (Sahagún & Reyes, 2017), bajo este concepto el proyecto “Medidas ante los riesgos que afrontan los ecosistemas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo frente al cambio de uso de suelo” detectó en territorio a través de investigaciones los siguientes procesos amenazantes: incendios forestales, disminución del caudal de agua, movimientos de masa, introducción de especies exóticas de flora, introducción de especies exóticas de fauna, cacería ilegal, variabilidad climática, elevación de la temperatura los cuales afectan al recurso florístico, faunístico de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo así también al recurso suelo y agua, y determina la incidencia de estos en el cambio del uso de suelo como un aporte para la generación de medidas de conservación para el área protegida.

CAPITULO I

Procesos amenazantes a la cobertura vegetal de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

Figura 1.1 Páramos de la parroquia Pilahuín, provincia de Tungurahua, dentro de los límites de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.



Fuente: los autores, (2021)

1.1 Proceso amenazante incendios

1.1.1 Introducción

Los incendios a escala mundial favorecen el efecto invernadero y el cambio climático al aumentar los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera, afectan gravemente a los suelos y generan condiciones que propician su erosión, deterioran la calidad de las aguas y alteran el balance hídrico de las cuencas, además, producen graves daños a la vegetación modificando la composición y estructura de las formaciones vegetales

cambiando los hábitats y los recursos tróficos de los que depende la fauna cuya composición se verá afectada de manera selectiva alterando el equilibrio de los ecosistemas así como sus ciclos de materia y energía (Moraga, 2010; Peralta & César, 2017).

Las consecuencias de los incendios forestales sobre el medio natural son adversas, siendo especialmente evidentes en la vegetación. Sin embargo, la duración y el alcance de los efectos del fuego van a depender de diversos factores como el tipo de vegetación afectada y su estado de madurez, el nivel de daños causados a la vegetación, la pendiente del terreno y la intensidad y frecuencia del incendio. Así pues, cuando la severidad y frecuencia de los incendios es elevada, el fuego conduce al medio natural hacia un proceso de degradación como resultado de la pérdida de la cubierta vegetal y erosión consecuente, esta situación desemboca en un proceso de empobrecimiento y pérdida del potencial biológico del suelo al que se lo llama desertificación (Arandia et al., 2017).

Según los reportes generados por el Ministerio del Ambiente, entre el 2012 y el 2018, la afectación a la vegetación natural por incendios forestales es de 61.372 hectáreas (ha), concentrados principalmente en áreas de amortiguamiento de las áreas protegidas y con menos proporción dentro de ellas. En el mismo período el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos reporta una afectación nacional de 140 123 ha bajo alguna categoría

de conservación (SNGRE, 2019)

La Secretaría Nacional de Riesgos menciona que a partir del mes de julio del 2019 los incendios suman un total de 13 627 ha y un total de 1 279 eventos en todo el Ecuador. Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador las provincias de mayor ocurrencia por incendios forestales se encuentran en las regiones sierra y costa del país, siendo Carchi, Imbabura, Pichincha, Loja, Azuay, Chimborazo, Cañar, Cotopaxi y El Oro, las más afectadas.

1.1.2 Método

La evaluación biofísica del área afectada por incendios forestales en la RPFCH se ha realizado empleando imágenes de satélite de alta resolución espacial y sistemas de información geográfica (SIG), permitiendo la elaboración de mapas temáticos biofísicos corroborados a partir de información secundaria, levantamiento de información mediante visitas de campo, llenado de planillas e interpretación y procesamiento de la información.

De esta manera describir cualitativa y cuantitativamente las características biofísicas del área afectada por incendios forestales aplicando técnicas geomáticas (Farias et al., 2018) correlacionadas al medio biofísico espacial, con la finalidad de proporcionar información de base para el desarrollo de estrategias de rehabilitación y recuperación de los ecosistemas

afectados.

1.1.1.1 Ocurrencias históricas de los incendios forestales

El análisis de las ocurrencias históricas de los incendios forestales consideró la distribución anual de las mismas durante el periodo 2014 - 2019. También se calculó el índice de frecuencia de incendios forestales, el cual refleja la frecuencia de eventos referido al área, aplicando la relación que se muestran en la ecuación 1. Los datos se obtuvieron revisando las bitácoras del Cuerpo de Bomberos del cantón Riobamba durante el periodo 2014 - 2019.

$$F_i = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a n_i \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

F_i : Frecuencia de incendio

a : Número de años

n_i : Número de incendios de cada año

1.1.1.2 Factores que generan el peligro de ocurrencias de incendios forestales

Figura 1.2 Incendio ocurrido en septiembre en el predio de la Cooperativa Santa Teresita de Guabug.



Fuente: los autores, (2021)

Para la identificación de los factores que generan el peligro de incendios se tuvo en cuenta la metodología desarrollada en Colombia por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2011). Los factores climáticos considerados para la investigación fueron la precipitación y temperatura. Los datos meteorológicos de los años 2014 hasta el 2019 se extrajeron de la base de datos de (POWER Project Data Sets) de la NASA (Prediction Of Worldwide

Energy Resources) de enero a diciembre a una altura de 2 m. De acuerdo con la metodología del IDEAM la susceptibilidad de la vegetación a los incendios forestales se definió considerando el tipo, la duración del tipo de combustibles dominantes y la carga total. El tipo de combustible se analizó considerando las clases y niveles de la cobertura vegetal para el Ecuador (MAE, 2013). Toxic chemical products formed as secondary metabolites by a few fungal species that readily colonise crops and contaminate them with toxins in the field or after harvest. Ochratoxins and Aflatoxins are mycotoxins of major significance and hence there has been significant research on broad range of analytical and detection techniques that could be useful and practical. Due to the variety of structures of these toxins, it is impossible to use one standard technique for analysis and/or detection. Practical requirements for high-sensitivity analysis and the need for a specialist laboratory setting create challenges for routine analysis. Several existing analytical techniques, which offer flexible and broad-based methods of analysis and in some cases detection, have been discussed in this manuscript. There are a number of methods used, of which many are lab-based, but to our knowledge there seems to be no single technique that stands out above the rest, although analytical liquid chromatography, commonly linked with mass spectroscopy is likely to be popular. This review manuscript discusses (a, identificándose en el área de investigación ocho formaciones vegetales.

La duración del combustible y el tipo de combustible vegetal se analizó de igual manera adaptando las clases y niveles de cobertura vegetal a la realidad del área de estudio, siguiendo el criterio de los expertos en el tema. En el caso del factor relieve se utilizó la base de datos de INFOPLAN a una escala 1:1000.000 mientras que la accesibilidad variable conocida también como densidad vial se obtuvo recurriendo al mapa vial del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

1.1.3 Resultados

1.1.3.1 Ocurrencia histórica de incendios forestales

La variable ocurrencia histórica determina la probabilidad de que en el mismo sitio incendiado vuelva a producir el mismo impacto. De acuerdo con la Tabla 1.1 durante el periodo 2014 - 2019 se reportó en la RPFCH un total de 54 ocurrencias de incendios forestales. Se observa que los mayores porcentajes de ocurrencias se presentaron en los años 2016, 2017 y 2018. La frecuencia de incendios o media anual fue de 2,5 ocurrencias. La causa de todos estos incendios se desconoce, pero se presume que son quemas intensionales para regerar el pasto destinado a pastoreo.

Tabla 1.1. Distribución de las ocurrencias de incendios a través de los años en la RPFCH

AÑOS	Incendios	
	Nº	(%)
2014	8	14,8
2015	6	11,1
2016	7	13,0
2017	13	24,1
2018	11	20,4
2019	9	16,7
Totales	54	100

Elaborado por: los autores, (2021)

1.1.3.2 Factores que generan el peligro de las ocurrencias

1.1.3.2.1 Clima

El clima es uno de los factores de fundamental importancia en la generación y propagación de los incendios forestales ya que determina la duración y severidad de las estaciones secas y calurosas en una determinada área geográfica. Dos de estos factores son la precipitación y la temperatura del aire. En la Tabla 1.2 se muestra el registro de los promedios anuales y mensuales de la precipitación durante el periodo 2014 - 2019. Se puede observar que la precipitación anual promedio en el área de estudio fue de 857,31 mm; mientras que la precipitación mensual promedio

máxima se registró en el mes de noviembre con un valor de 996,83 mm; registrándose el menor valor mensual promedio en el mes de abril con apenas 544,83 mm de lluvia. También se puede observar que el periodo seco va de junio a noviembre, siendo este el periodo de mayor peligro de ocurrencias de incendios forestales en relación con el factor precipitación.

Tabla 1.2 Registro de los promedios anuales y mensuales de precipitación en (mm) 2014 – 2019

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
2014	1104	961	870	839	850	889	962	868	1043	460	1273	960	11079
2015	843	946	874	450	1081	530	824	811	866	950	1026	830	10031
2016	600	1170	1008	460	1261	861	860	530	600	1079	623	750	9802
2017	1292	919	864	480	500	1236	790	1051	630	1020	1067	900	10749
2018	590	1133	1187	580	850	817	1136	813	700	430	868	1119	10223
2019	980	460	878	460	1225	560	990	917	710	848	1124	690	9842
Total	5409	5589	5681	3269	5767	4893	5562	4990	4549	4787	5981	5249	61726

Fuente: Powert Project Data Sets, (2021)

El aumento de la temperatura incrementa la vulnerabilidad de la vegetación a ser quemada por influenciar el valor de la humedad relativa del aire y de esta forma actuar sobre el secado de los combustibles. En la Tabla 1.3 se puede observar que la temperatura anual promedio durante el periodo 2014-2019 fue de 8,0 °C; mientras que, para los promedios mensuales, el mayor valor se registró en el mes de marzo con 10,2 °C; correspondiendo el menor valor al mes de julio con 6,2 °C.

Tabla 1.3 Registro de los promedios anuales y mensuales de temperatura del periodo 2014-2019

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media anual
2014	7	10	11	6	8	7	5	9	11	11	8	7	8,3
2015	9	7	11	6	6	11	5	11	10	7	5	6	7,8
2016	7	8	10	7	10	9	6	6	10	6	8	11	8,2
2017	7	7	11	11	9	9	7	7	10	11	5	8	8,5
2018	8	5	11	9	7	5	8	11	5	5	11	6	7,6
2019	10	5	7	9	6	11	6	9	5	7	5	8	7,3
Media mes	8,0	7,0	10,2	8,0	7,7	8,7	6,2	8,8	8,5	7,8	7,0	7,7	8,0

Fuente: Powert Project Data Sets

1.1.3.2.2 Susceptibilidad de la vegetación

La susceptibilidad de las plantas considera las características inherentes a las especies y los ecosistemas. Las áreas con mayor cantidad de árboles, arbustos, hierbas, entre otras, son las que presentan susceptibilidad alta y muy alta a incendios forestales, mientras que las áreas identificadas como infraestructura urbana y zonas húmedas poseen susceptibilidad baja o muy baja. En la Tabla 1.4 se muestra la susceptibilidad de la vegetación por tipo, duración y carga de combustible.

Tabla 1.4 Susceptibilidad de la vegetación por tipo, duración y carga de combustible

Tipo de cobertura	Tipo de combustible	Duración del combustible	Carga total (Biomasa)	Clasificación
Bosque intervenido	Árboles	100 horas	ALTA 50-100 ton/ha	4
Árboles y arbustos	Árboles y arbustos	100 horas	MUY ALTA Más de 100 ton/ha	5
Vegetación herbácea	Hierbas	10 horas	BAJA 1-50 ton/ha	2
Pastos	Pastos	1 hora	BAJA 1-50 ton/ha	2
Sabana	Vegetación rala	20 minutos	MUY BAJA 1 ton/ha	1
Cultivos estacionales	Pancas, maleza	1 hora	MODERADA 50-100 ton/ha	3
Áreas pobladas	Residuos domésticos	2 horas	MUY BAJA 1 ton/ha	1

Fuente: IDEAM, (2011)

1.1.3.2.3 Relieve y pendiente

La RPFCH cuenta con dos edificios (elevaciones) volcánicos en el Chimborazo y el Carihuairazo, que van formando laderas de colinas cóncavas y convexas y contrastan con valles glaciares y tectónicos siendo estas las unidades macro más representativas. A nivel de meso relieve se pueden encontrar 10 unidades, entre las cuales se considera: colinas, Colinas Altas, Cuestas, Edificios Volcánicos: Llanura Subglaciar, Relieves Montañosos, Terrazas, y vertientes.

1.1.3.2.4 Accesibilidad

La accesibilidad es fundamental en la generación de la probabilidad de que la población pueda llegar a las áreas forestales a generar focos de incendios. Para esto hay que considerar en el mapa vial las vías primarias y secundarias y tabularlas acorde a lo que especifica el

protocolo del IDEAM. La Tabla 1.5 muestra la distancia a la vía y su correspondiente categoría de amenaza (MAE, 2014b).

Tabla 1.5 Distancia a la vía y su correspondiente categoría de amenaza

Distancia a la vía	Categoría de amenaza	Calificación
0-500	Muy alta	5
500-1000	Alta	4
1000-1500	Moderada	3
1500-2000	Baja	2
Más de 2000	Muy baja	1

Fuente: IDEAM, (2011)

1.1.3.2.5 Mapa de susceptibilidad a incendios forestales en la RPFCH

El mapa de susceptibilidad a incendios forestales en el área de la RPFCH fue elaborado a partir de las variables que se muestran en la Tabla 1.6. En el mapa se observa que la mayor parte del territorio fue clasificado como de baja susceptibilidad de la vegetación a los incendios.

Tabla 1.6 Variables para la elaboración del mapa de susceptibilidad a incendios forestales

Variable	Valor	Rango IDEAM	Calificación	Susceptibilidad
Precipitación media anual	857,31	Muy seco 500 – 1 000 mm	5	Muy alto
Temperatura media anual	8,0	Muy frío (6 – 12) < 11° C	2	Bajo
Ocurrencia histórica	54	Frecuencia 4	2	Moderada
Susceptibilidad de la vegetación	(1-50 ton/ha)	Baja	2	Bajo
Pendientes	12 – 25 %	Moderada	2	Bajo
Accesibilidad	500 – 1 000	Alta	4	Alto

Fuente: IDEAM, (2011) modificado

1.1.3.2.6 Cuantificación de los incendios en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

Figura 1.3 Incendio sector el Key, provincia de Bolívar



Fuente: los autores, (2021).

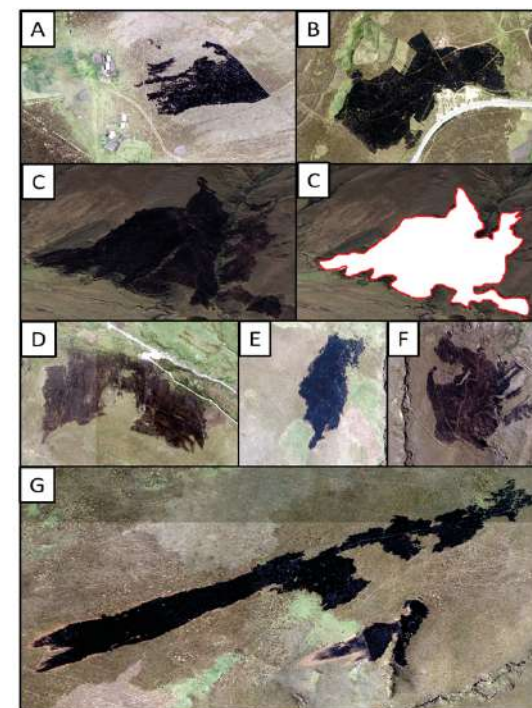
Mediante el análisis de imágenes satelitales de los dos años 2014 y 2019 se procedió a determinar los shapes de las franjas quemadas donde se determinó un total de 6 macrozonas afectadas en distintos lugares y formaciones vegetales de la reserva (Tabla 1.7), constatando además que estos sitios se encontraban en zonas cercanas a centros poblados y a carreteras por tanto se verifica que su origen corresponde a factores antrópicos en su mayoría como se puede visualizar en la figura 1.3.

Tabla 1.7 Sectores con ocurrencias de los incendios forestales en la RPFCH

Nº	Sector	X Coord	Y Coord	Z
1	Rumipata - Esperanza	734929	9851293	3920
2	Tambo Huasha	746850	9829069	4000
3	Coop. Santa Teresita	733540	9854155	4050
4	Quindihul alto	732028	9836945	4100
5	Quindihual Central	732546	9835876	4080
6	Río Blanco - Latzabanza	741412	9850391	4150

Elaborado por: los autores, (2021).

Figura 1.4 Imágenes ilustrativas de las zonas afectadas por incendios en la RPFCH



A: Ocurrencias cercanas a centros poblados, B: Ocurrencias cercanas a vías de acceso, C: Creación de shapefiles de áreas quemadas, D: Quema en la formación vegetal Arbustal siempreverde y herbazal del páramo, E: Quema en la formación vegetal Herbazal húmedo montano alto superior del páramo, F: Quema en la formación vegetal Herbazal del páramo, G: Diferencia de tonalidad de una ocurrencia reciente.

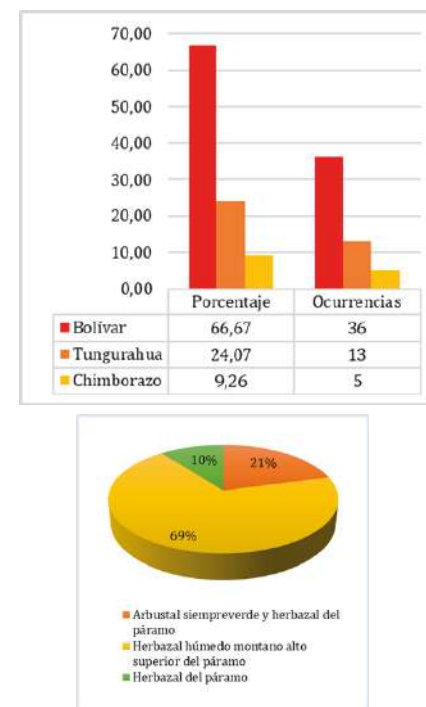
Una vez que se ubicó geográficamente las áreas

afectadas por incendios se creó un shapefile (SHP) para cada polígono quemado de tal manera que se pudo determinar su área y además se pudo determinar a que ecosistema correspondía (Tabla 1.8). Se establece un total de 258,96 hectáreas afectadas dentro y en la zona de amortiguamiento, de la cuales 143,92 se encuentran al interior la reserva que corresponde al 55,57 %, mientras que las ocurrencias en la zona de amortiguamiento corresponden a 115,04 hectáreas que representa el 44,42 % del total.

Mediante la tabulación de los datos obtenidos como resultado del geoprocesamiento de las imágenes satelitales y ortofotos transponiendo las zonas quemadas y las formaciones vegetales de la reserva se estableció que en tres de las ocho formaciones que alberga la reserva se encuentran afectadas (Figura 1.3), principalmente debido a la carga de biomasa que estas albergan, así como su topografía y pendiente. Mediante un breve análisis de los factores que contribuyen a la ocurrencia de los incendios y a través de encuestas e información secundaria se determina que el 98 % del total son de origen antrópico derivados de actividades como la quema para la regeneración de pasto para el ganado ovino bajo creencias ancestrales de que la combustión permite regenerar especies como *Calamagrostis* sp y *Stipa* sp, el 2 % restante corresponde a fenómenos naturales.

Con respecto al número de incendios generado en cada provincia se establece que Bolívar presenta 36 incendios que corresponden al 66,67 %, le sigue Tungurahua con 13 incendios que representan el 24,07 % y por último Chimborazo con 5 incendios (9,26 %).

Figura 1.5 Porcentaje de incendios por provincia y por formación vegetal de la RPFCH



Elaborado por: los autores, (2021).

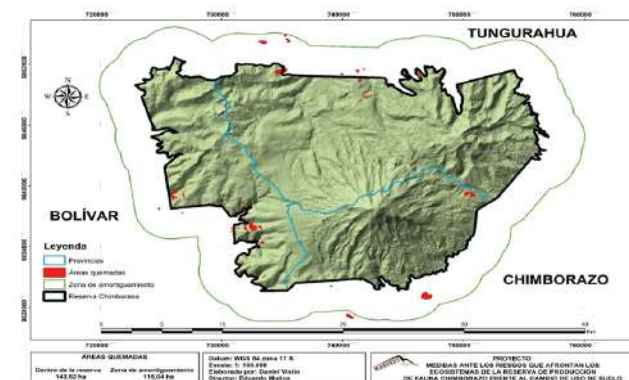
Tabla 1.8. Ubicación geográfica de los polígonos afectados en la RPFCH

N°	Coordenadas		Formación vegetal	Área	Sitio	Provincia				
	X	Y				DR	ZA	CH	TU	BO
1	725953	9838907	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	9,95	X					X
2	726226	9839399	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	4,47	X					X
3	726861	9839065	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	4,63	X					X
4	726458	9838435	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	0,61	X					X
5	726340	9837891	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	0,66	X					X
6	730615	9838638	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	0,11	X					X
7	749986	9837768	Herbazal del páramo	1,24	X		X			
8	731752	9832958	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	0,34	X					X
9	731703	9833171	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	1,13	X					X
10	727091	9837971	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	0,39	X					X
11	724850	9837751	No aplica	2,06		X				X
12	726921	9840147	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	0,94	X					X
13	726733	9837335	No aplica	1,60		X				X
14	730676	9837599	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	0,08	X					X
15	731830	9837750	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	0,07	X					X
16	731792	9837600	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	0,13	X					X
17	732088	9837797	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	0,16	X					X
18	731755	9838359	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	3,14	X					X
19	739097	9830093	No aplica	1,35		X	X			
20	733446	9831044	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	1,98	X					X
21	731150	9835259	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	1,01	X					X
22	731053	9835526	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	1,7	X					X
23	731132	9835855	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	2,40	X					X
24	731978	9835816	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	5,31	X					X
25	733197	9835929	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	5,11	X					X
26	731705	9837259	No aplica	0,87	X					X
27	731372	9837763	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	0,35	X					X
28	730404	9838220	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	0,44	X					X
29	731797	9838388	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	3,06	X					X
30	725681	9840958	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	1,05	X					X
31	726576	9841123	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	0,69	X					X
32	726904	9841139	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	0,08	X					X
33	727144	9841085	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	0,33	X					X
34	726487	9841318	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	0,55	X					X
35	727260	9841210	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	0,05	X					X
36	739973	9851033	No aplica	2,19		X			X	

37	741291	9851356	No aplica	5,03		X				X
38	741790	9851504	No aplica	2,09		X				X
39	742362	9848858	Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	1,87		X				X
40	741982	9848763	Herbazal del páramo	6,48		X				X
41	744790	9849082	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	0,68		X				X
42	746527	9850781	Herbazal del páramo	5,44		X				X
43	750235	9839225	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	25,60		X			X	
44	746902	9829385	No aplica	80			X		X	
45	735296	9854841	No aplica	1,45			X			X
46	735613	9854244	No aplica	2,37			X			X
47	735030	9851345	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	20,79		X				X
48	741406	9850383	Herbazal del páramo	1,97		X				X
49	732664	9835855	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	21,28		X				X
50	733527	9854153	No aplica	7,60			X			X
51	740590	9827138	No aplica	7,93			X	X		
52	743116	9850692	No aplica	0,50			X			X
53	733326	9834439	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	1,21		X				X
54	732030	9836908	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	6,44		X				X

DR: Dentro de la reserva, ZA: Zona de amortiguamiento, CH: Chimborazo, TU: Tungurahua, BO: Bolívar

Figura 1.6. Mapa de incendios en los ecosistemas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.



Elaborado por: los autores, (2021)

1.2 Proceso amenazante introducción de especies exóticas de flora

1.2.1 Introducción

En muchos países el establecimiento de plantaciones con especies exóticas ha llegado a ser menos aceptado ecológica, social y políticamente, debido al impacto ambiental que éstas causan. Por ello surge la preocupación por la estabilidad ecológica de las plantaciones (Hofstede et al., 1998).

A primera vista parece que la implantación de árboles en el páramo favorece la estabilidad del ecosistema: se crea más biomasa, se aumenta la cobertura vegetal y la entrada de materia orgánica al suelo (Rudel et al., 2005) desafortunadamente no es tan sencillo. Existe suficiente evidencia que en la zona alto andina hay varios efectos nocivos de la forestación con especies exóticas, uno de ellos, que durante la implantación se retira parte de la vegetación existente y se disturba el suelo, pero aún más importantes son los efectos durante el crecimiento de la plantación especialmente en el pino ya que absorben grandes cantidades de agua por lo que disminuyen el rendimiento hídrico y finalmente secan el suelo, la acelerada descomposición no es compensada por la entrada de nueva materia orgánica ya que la hojarasca de pino es muy uniforme y resistente a microorganismos; así que el suelo bajo plantación de pino será menos orgánico y más seco que un suelo de páramo con vegetación nativa (Hofstede et al., 1998).

1.2.2 Impacto de la introducción de los pinos

El establecimiento de plantaciones forestales ocasiona graves impactos ambientales para los ecosistemas originales (Mojica, 2018). Uno de los principales impactos es la alteración a los ciclos hidrológicos, la cual es especialmente grave porque estos ecosistemas de alta montaña son estratégicos para la regulación del sistema hídrico de los valles interandinos ampliamente poblados (Hofstede et al., 2014).

En un estudio realizado en Ecuador por Farley et al., (2005) including afforestation and reforestation, are gaining attention globally and will alter many ecosystem processes, including water yield. Some previous analyses have addressed deforestation and water yield, while the effects of afforestation on water yield have been considered for some regions. However, to our knowledge no systematic global analysis of the effects of afforestation on water yield has been undertaken. To assess and predict these effects globally, we analyzed 26 catchment data sets with 504 observations, including annual runoff and low flow. We examined changes in the context of several variables, including original vegetation type, plantation species, plantation age, and mean annual precipitation (MAP se observó una reducción en el flujo de agua que incluyó 26 juegos de datos con 504 observaciones después del establecimiento de las plantaciones forestales en comparación con áreas no forestadas. Estas reducciones en flujo ocurren como consecuencia de dos mecanismos

principales, un incremento de la evapotranspiración que ocurre con el crecimiento en el área total de hojas y un mayor acceso al agua profunda, que ocurre con el crecimiento de raíces más profundas.

En otra investigación efectuada por la Universidad de Cuenca, se monitorearon dos microcuencas, ubicadas al noreste de la ciudad de Cuenca - Ecuador, que tienen diferente cobertura vegetal: pajonal y pino. Este estudio reveló que el caudal específico mínimo de la cuenca con pajonal es aproximadamente tres veces más alto con respecto a la cuenca con pinos, debido a la mayor pérdida de agua por transpiración que generan los árboles (Mena et al., 2011). Existen muchos estudios que analizan el efecto de tratamientos silviculturales sobre la hidrología comparando cuencas aledañas con cobertura vegetal distinta y los mismos revelan que plantaciones forestales muestran una evapotranspiración mayor y una escorrentía reducida en comparación con vegetación baja (Hofstede. R, Lips. J, 1998).

Otro factor importante es la calidad de agua que también se ve afectada por patrones observados los cuales indican una acidificación por la retención de cationes en la biomasa de los árboles sin olvidarse además del impedimento de la luz hacia la parte del suelo debido a que poseen un dosel cerrado y uniforme de amplia cobertura lo cual limita el tipo y la cantidad de radiación disponible en un bosque (Corredor & Vargas, 2006).

El suelo de los páramos en el Ecuador son de origen volcánico y se caracterizan por ser húmedos y ácidos con pH entre 3.9 y 5.4 por esto y otras características particulares estos suelos son eficientes para absorber agua y regular su flujo, contribuyendo de esta forma al mantenimiento de caudales constantes en los ríos y fuentes de agua provenientes de los páramos, pero al mismo tiempo son extremadamente sensibles a las alteraciones antropogénicas (Arcos, 2010).

La degradación antrópica genera cambios profundos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos una de las más afectadas por los pinos es el secamiento irreversible del suelo y el desarrollo de la hidrofobia. Así, los páramos pierden parcialmente su función de regulador de flujos de agua (Hofstede & Mena, 2000), por otro lado la presencia de un alto contenido de lignina en las acículas de pino así como resinas y fenoles acidifican el suelo alterando el pH el cual disminuye bajo las plantaciones ocasionando una baja considerable de vegetación nativa en estos sitios (Hofstede. R, Lips. J, 1998).

Además, Farley & Kelly, (2004) 000,000 ha worldwide [P.B. Lavery, D.J. Mead, *Pinus radiata*: a narrow endemic from North America takes on the world, in: D.M. Richardson (Ed. al analizar los cambios en el carbono orgánico del suelo y la retención de agua después de la conversión de pastizales a plantaciones de pinos en los Andes ecuatorianos en diferentes estadios de crecimiento

encontraron que la pérdida del carbono del suelo se incrementa con la edad de los árboles y los cambios en la capacidad de retención de agua son atribuidos a la intercepción del dosel y la elevada evapotranspiración que presentan estas plantaciones, de igual manera influye negativamente sobre la dinámica de los nutrientes del suelo específicamente sobre el nitrógeno y el fósforo.

En los estudios antes mencionados se manifiestan varios problemas relacionados con la implementación de plantaciones de pino en zonas de páramo, los cuales deben tenerse en cuenta especialmente tratándose de la persistencia de las especies nativas que se la atribuye a la acumulación de acículas que reduce la frecuencia y cobertura de especies herbáceas ya que actúa como un factor limitante en el establecimiento de nuevos individuos influyendo de igual manera en la disminución de la dispersión de semillas dentro de la plantación, en efecto la forestación de los páramos con pinos implica una alteración del equilibrio biológico y una disminución de los servicios ambientales que presta este importante ecosistema (Mojica, 2018).

1.2.3 Método

Para determinar las plantaciones de especies exóticas dentro del área protegida se aplicó la metodología propuesta por Bautista et al., (2018) la cual consta de tres pasos fundamentales las cuales se describen a continuación:

1) Pre-campo.

Con la ayuda de cartas topográficas y mediante fotointerpretación se delimitaron los patrones de vegetación con apariencia semejante en las plantaciones forestales (escala 1:100.000, intensidad media) sobre imágenes satelitales Landsat 8 OLI y 166 ortofotos, luego se elaboró la capa de fisiografía utilizando modelos de elevación digital del terreno (MED), usos de suelo y vegetación. Además, se realizó el mapa base para esquematizar los tipos de cobertura.

2) De-campo.

Reconocimiento en campo de los patrones de vegetación en los sitios de entrenamiento, georreferenciación sobre la imagen, y descripción de características como tono, brillantez, textura, sombras y aspecto de temporalidad (Bautista et al., 2018).

3) Post-campo.

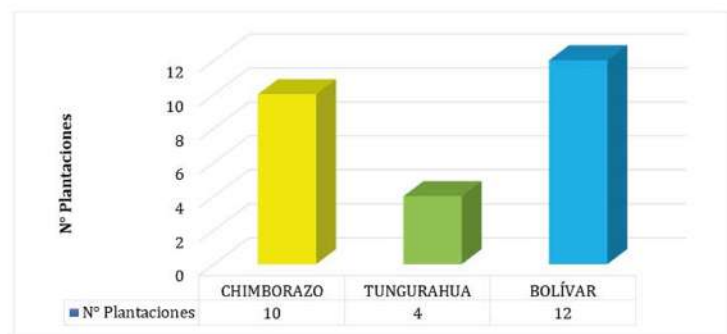
Extracción de polígonos de verificación de coberturas a partir del conjunto de información (bases de datos y mapas temáticos); transferencia de unidades de fotointerpretación a unidades cartográficas; y corrección sobre las unidades cartográficas digitales utilizando una área mínima cartografía (AMC) de 0,01 m² a escala 1:50.000 posteriormente, los suelos categorizados por su aptitud fueron delimitados en unidades cartográficas utilizando los programas ArcGis 10.2 sobre las imágenes

de satélite.

1.2.4 Resultados

Con la ayuda de los Sistemas de Información Geográficas (SIG) se determinó que dentro de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo se encuentran un total de 26 predios que están ocupados por plantaciones de pino (*Pinus radiata*) Figura 1.5 alcanzando un área 113,05 hectáreas las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

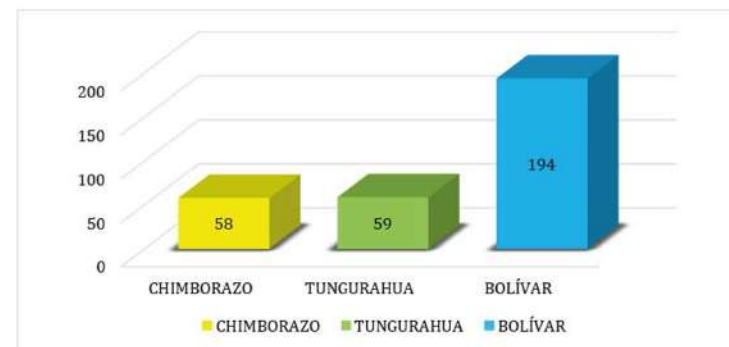
Figura 1.7. Número de predios con plantaciones de *Pinus radiata* en la RPFCH



Elaborado por: los autores, (2021)

De la misma manera se estableció el total de hectáreas ocupadas por las plantaciones de los cuales el 62,38 % del total se encuentran en la provincia Bolívar siguiéndole la provincia de Tungurahua con el 18,97 % y por último la provincia de Chimborazo con el 18,65 % como se muestra en la figura 1.6.

Figura 1.8. Hectáreas con plantaciones de *Pinus radiata* en cada provincia donde se asienta la RPFCH



Elaborado por: los autores, (2021)

Proceso de fotointerpretación y determinación de los patrones de vegetación con apariencia semejante en las plantaciones forestales (escala 1:100.000 intensidad media) sobre imágenes satelitales Landsat 8 OLI y 166 ortofotos de toda la reserva

Figura 1.9. Ortofotos satelitales de la RPFCH



Elaborado por: los autores, (2021).

Figura 1.10 Proceso fotointerpretación



Elaborado por: los autores, (2021).

Figura 1.11 Extracción de polígonos de verificación de coberturas a partir de la transferencia de unidades de fotointerpretación a unidades cartográficas



Elaborado por: los autores, (2021).

Figura 1.12 Extracción de polígonos de verificación de coberturas a partir de la transferencia de unidades de fotointerpretación a unidades cartográficas



Elaborado por: los autores, (2021).

1.2.5 Análisis de los efectos de las plantaciones de pino en ecosistemas andinos en el Ecuador

En el artículo Impact of Pine Plantations on Soils and Vegetation in the Ecuadorian High Andes, Hofstede et al., (2002), realizan un estudio comparativo sobre el impacto de las plantaciones de pino sobre el suelo de los páramos en los andes ecuatorianos. Para tal fin se evaluaron cuarenta y siete plantaciones de pinos existentes (*Pinus radiata* y *Pinus patula*) en la zona andina del Ecuador, en un rango altitudinal comprendido entre 3000 y 4000 msnm, los sitios fueron seleccionados sobre la base del inventario de plantaciones forestales del servicio forestal ecuatoriano (INEFAN) y otras organizaciones locales.

Figura 1.13 Bosque de Pino en la comunidad Pachancho, provincia de Bolívar.



Fuente: los autores, (2021)

De acuerdo con el análisis de las características del suelo, se identificaron diferentes grupos en los cuales no se presentó una diferencia considerable entre suelos bajo plantaciones de pinos y suelos con vegetación natural (praderas de páramo o bosque andino). Sin embargo, el contenido de Materia Orgánica (MO) y agua disponible fueron las características que determinaron la mayoría de las separaciones.

Para las variables de humedad, contenido de MO, agua disponible y estructura, los valores más altos están relacionados con el tipo de vegetación natural (praderas

de páramo y, en menor extensión, bosque natural). Por el contrario, las variables de pH y densidad aparente van en la dirección opuesta, por tanto, se encontró que los valores más altos corresponden a plantaciones de pino.

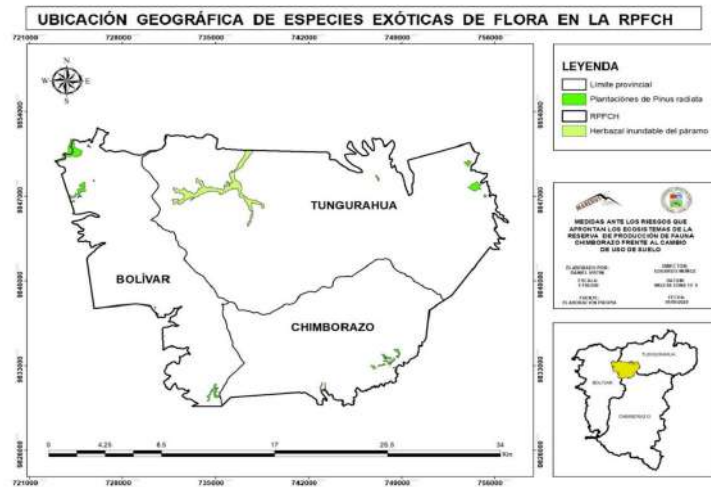
Figura 1.14 Plantación de pinos zona alta de la parroquia San Juan dentro de los límites de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo



Fuente: Los autores, (2021)

Los resultados del estudio muestran que, en suelos altamente orgánicos, el establecimiento de plantaciones de pinos incluye un riesgo de disminuir la humedad del suelo, el contenido de MO y la diversidad de plantas. Por lo tanto, el mismo recomienda, evitar el establecimiento de plantaciones forestales de pino, hasta tanto no se tenga un mayor conocimiento sobre los efectos en el ecosistema de paramo, como un todo.

Figura 1.15 Áreas intervenidas por especies exóticas en la RPFCH



Elaborado por: los autores, (2021)

CAPITULO II

Procesos amenazantes a la vida silvestre de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

2.1 Proceso amenazante introducción de especies exóticas de fauna.

2.1.1 Introducción

La segunda causa de pérdida de biodiversidad en la actualidad es la introducción de especies exóticas ya que origina aproximadamente el 17% de las extinciones de animales a nivel mundial, afecta la supervivencia de un millón de especies en el mundo, tal y como advierte la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES). Una especie es considerada exótica cuando no es nativa, se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, su **introducción en otros territorios puede ser de forma accidental o intencional** (Conabio, 2018), su comportamiento se torna invasivo al dispersarse a sitios diferentes traspasando las barreras biogeográficas naturales y expandiéndose exponencialmente en número, densidad y extensión geográfica (Barceló et al., 2014), ya que **logran adaptarse, a los** nuevos recursos disponibles, sus poblaciones crecen y afectan las relaciones ecológicas originales.

Además de la problemática ecológica se añaden problemas sociales y económicos debido a la introducción de estos organismos (Ministerio del

Ambiente de la República de Chile, 2014) sin embargo para la población en general el tema es desconocido o de poca preocupación lo que posteriormente podría comprometer el desarrollo sostenible de los ecosistemas.

En la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo existen ocho ecosistemas de acuerdo a la clasificación del Ministerio del ambiente del Ecuador, (2013) cada uno presenta factores diagnósticos específicos (fisionomía, Bioclima, fenología, geoforma) que configuran el hábitat idóneo para las especies de flora y fauna propias del lugar, no obstante las investigaciones efectuadas en el marco del Proyecto de Investigación MARERUS permitieron identificar además especies exóticas (ganado vacuno, ovino, equino, caninos) que habían sido descritas anteriormente por Romero et al., (2018) , esta información además fue corroborada por los guardaparques de la Dirección Provincial del Ambiente de Chimborazo y los habitantes de las comunidades. Al respecto diversos estudios(Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana, 2011; Pineda-lópez et al., 2013) que requiere de poco tiempo de planeación y ejecución, como una forma de detección de aves que

actualmente aumentan su distribución en México: Streptopelia decaocto (paloma de collar indican que la prevención y la detección temprana de las especies exóticas que pueden convertirse en invasoras, es un punto trascendental debido a la complejidad de problemas causados por las especies invasoras.

Bajo este paradigma el proyecto MARERUS ejecutó diversas salidas de campo, entrevistas que permitieron recopilar información referente a la ocurrencia de las especies exóticas que se representaron cartográficamente y se midió el riesgo de convertirse en EEI.

2.1.2 Metodología

Para determinar las ocurrencias de especies exóticas y establecer el riesgo de convertirse en EEI se utilizarán los métodos propuestos (Barrios Caballero et al., 2014; Bautista-Zúñiga et al., 2011) que se describen a continuación:

2.1.2.1 Pre-campo

La revisión del estado del arte permitió definir metodologías de trabajo para cada grupo taxonómico, además se realizaron entrevistas directas a pobladores y funcionarios del Ministerio del Ambiente y mediante las cuales se pudo

identificar los posibles sitios de avistamiento de los grupos taxonómicos de las especies invasores, mediante el software ArcGis 10.8 y usando la plataforma Google Earth Engine (Perilla & Mas, 2020) se definieron e identificaron las rutas de acceso para el avistamiento y conteo de las especies.

2.1.2.2. Campo

Se realizaron transectos lineales y mediante la aplicación del método de observación directa, se identificaron las zonas donde se registraron presencia de especies exóticas, con la ayuda del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se tomaron las coordenadas en las zonas donde existía registros de avistamiento de las especies exóticas, los recorridos se realizaron durante dos periodos de tiempo el primero durante octubre-noviembre del año 2020 en el cual se recopilaban datos de los cuatro grupos taxonómicos, la información fue validada entre abril- julio del año 2021, empleando sistemas de información geográfica (SIG) se obtuvieron las coordenadas y se procedió al conteo de individuos de cada especie.

2.1.2.3 Post Campo

El procesamiento de información permitió la elaboración de mapas temáticos corroborados a partir de información secundaria identificando zonas donde se asientan las especies exóticas, apoyados en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el software ArcGis 10.8 se calculó el área ocupada por estas especies principalmente las especies domésticas (ganado vacuno, equino, ovino) cuya proporción asciende a tres cuartas parte del total del territorio utilizado por las especies exóticas, Los Shapes(SHP) de ganado ovino, vacuno y equino fueron se cruzaron los con las capas de ecosistemas del Ecuador para determinar las incidencias en cada ecosistema.

El Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas es una herramienta de preselección que puede ser utilizada para todos los grupos taxonómicos con el fin de determinar el riesgo de invasión de una especie exótica, esta metodología se fundamenta en talleres y consultas con expertos en análisis de riesgos de acuerdo a Barrios Caballero et al., (2014)

2.1.3 Resultados

2.1.3.1 Especie exótica-ganado vacuno

Las actividades de subsistencia de los habitantes de las comunidades que se asientan en el interior de la reserva están estrechamente ligadas a la agricultura, ganadería, crianza de especies menores y turismo en menor proporción.

Figura 2.1 Ganado vacuno en los paramos de la zona alta de Mocha



Fuente: los autores, (2021)

Las áreas protegidas e islas son ecosistemas vulnerables frente a las presiones humanas así como de sus animales domésticos (García Villarreal, 2014).

Estudios realizados Pile & Chang, (2018), entre 2012 y 2015 en América latina se registró un porcentaje mayor a 9% de daños al ambiente relacionado en parte con la presencia de ganado vacuno, siendo los más afectados los recursos (agua, vegetación).

La expansión de la ganadería es señalada como una de las principales causas de deforestación y pérdida de hábitat en áreas naturales, juegan un papel importante en la crisis actual de la biodiversidad (Heredia Gutierrez, 2019).

En la RPFCh se registraron 224 (tabla 2.4) ocurrencias en las tres provincias, las 15 comunidades que se dedican a la producción ganadera de bovinos dentro de los límites del área protegida son: Yatzaptuzan, Casaiche El Arenal, Cóndor Samana, Santa Lucía, Atillo, Sanjapamba, Pachancho, Santa Lucía, La Esperanza, Rumipata, Cóndor Samana, Portal Andino, Quindihua Central y Cunucyacu, cabe resaltar que en la zona de Mocha se aprecia la crianza de ganado bravo y en las demás zonas el manejo del ganado es al sogueo con pasto cultivado. Los resultados indican que la mayor parte de ganado vacuno se concentra en Tungurahua (Figura 2.2) y en los ecosistemas herbazal húmedo montano alto superior del páramo (Figura 2.3).

Tabla 2.1 Matriz de especies exóticas- ganado vacuno en la RPFCH

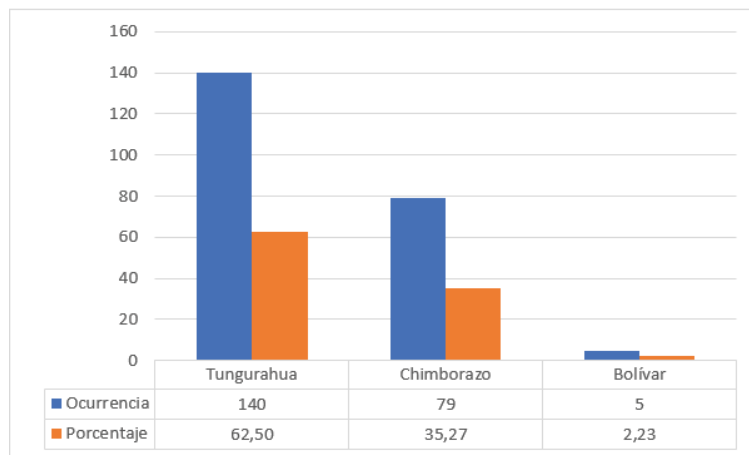
Nº	Nombre del sector	Provincia	Cantón	Parroquia	Comunidad	Área en m2	Tipo de ecosistema	Número de individuos
1	Rio Blanco	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	Yatzapuzan	1,0	Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo	15
2	Casaiche el Arenal	Chimborazo	Riobamba	San Juan	Casaiche El Arenal	1,0	Herbazal de páramo	27
3	Portal Andino	Chimborazo	Guano	San Andrés	Cóndor Samana	5,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	20
4	Pampas de Salasaca	Tungurahua	Tisaleo	Quichicoto	Santa Lucia	30,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	21
5	San Andrés	Chimborazo	Guano	San Andrés	funete	10,0	Intervenido	6
6	Atillo	Tungurahua	Mocha	Mocha	Atillo	20,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	6
7	Yana Sacha	Tungurahua	Mocha	Mocha	Atillo	2,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	2
8	Pato Cocha	Tungurahua	Mocha	Mocha	Atillo	10,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	15
9		Chimborazo	Guano	San Andrés		0,5	Intervenido	2
10	Sanjapamba	Chimborazo	Guano	San Andrés	Sanjapamba	10,0	Herbazal y arbustal	12

							subnival del páramo	
11	Pachanch o	Bolívar	Guranda	Salinas	Pachancho	3,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	3
12	Pampas de Salasaca	Tungurahua	Tisaleo	Quichicoto	Santa Lucia Arriba	2,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	10
13	Pampas de Salasaca	Tungurahua	Tisaleo	Quichicoto	Santa Lucia Arriba	2,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	3
14	Pampas de Salasaca	Tungurahua	Tisaleo	Quichicoto	Santa Lucia	5,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	14
15	Sanjapamba	Chimborazo	Guano	San Andrés	Sanjapamba	2,0	Intervención	2
16	La Esperanza	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	La Esperanza	1,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	5
17	Pampas de Salasaca	Tungurahua	Tisaleo	Quichicoto	Santa Lucia	10,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	11
18	Pampas de Salasaca	Tungurahua	Tisaleo	Quichicoto	Santa Lucia	10,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	19
19	La esperanza	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	La Esperanza	2,0	Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo	6
20	Rumipata	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	Rumipata	3,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	4

21	Cóndor Samana	Chimborazo	Guano	San Andrés	Cóndor Samana	5,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	6
22	Portal Andino	Chimborazo	Guano	San Andrés	Portal Andino	1,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	4
23	Quindihua Central	Bolívar	Guaranda	Guanaju	Quindihua Central	5,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	2
24	Yacupartina	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	Cunucyacu	0,5	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	9

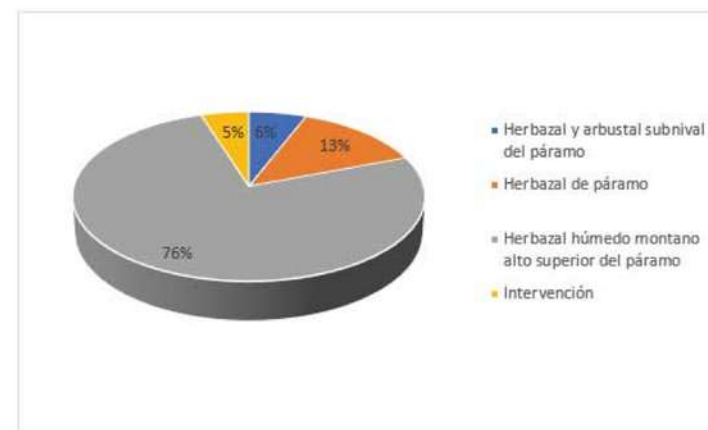
Fuente: los autores, (2021)

Figura 2.2 Ocurrencias especies exóticas vacunos por provincia



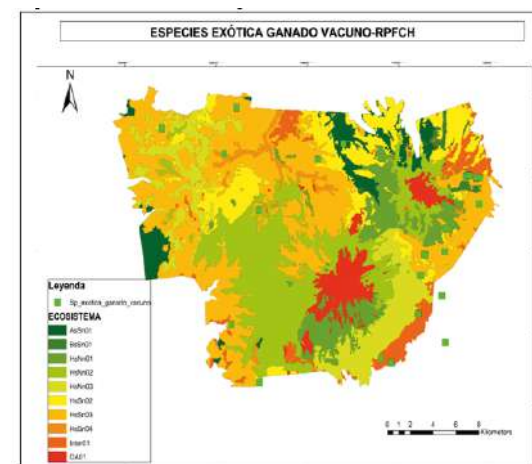
Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 2.3 Ocurrencias especies exóticas vacunos por ecosistema



Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 2.4 Localización de ganado vacuno en la RPFCH



La zona donde se concentra la mayor cantidad de ganado vacuno es zona oriental en las provincias de Chimborazo y Tungurahua (Figura 2.4), lo que concuerda con estudios previos (Ati-Cutiupala et al., 2021) que indican que las actividades económicas predominantes están basadas en la agricultura en ambas provincias en cuanto a los ecosistemas Herbazal húmedo montano alto superior del páramo registra mayores ocurrencias de este grupo taxonomico lo que constituye un grave problema para la recuperación de ecosistemas degradados y antropizados.

2.1.4.1 Especie exótica-ganado equino

Las áreas naturales están siendo afectadas constantemente por la presencia humana y animales domésticos, especies como caballos, vacas, cerdos no son parte de ese conjunto. La presión de la herbivoría del caballo y los vacunos sobre los ecosistemas es un severo impedimento para la recuperación de los páramos porque actúa sobre uno de los factores más importantes de la trama ecológica local: el estrato herbáceo y arbustivo. Esencial para la constitución y mantención del hábitat de aves, insectos, y demás taxas animales y vegetales nativos del lugar.

Figura 2.5 Presencia de Caballos en el sector de Tisaleo, provincia de Tungurahua.



Fuente: los autores, (2019)

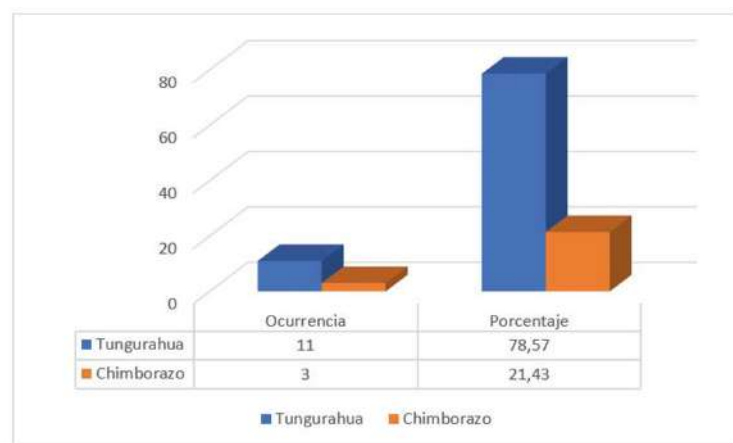
Mediante el método de observación directa se registraron 14 ocurrencias (tabla 2.2), de las cuales el 40% se encuentran ubicados en la zona estricta de protección, los ecosistemas donde se registra mayor presencia son el herbazal húmedo montano alto superior del páramo y el ecosistema bosque siempre verde del páramo (Figura 2.3), principalmente en la provincia de Tungurahua en los cantones de Tisaleo y Ambato (tabla 2. 2).

Tabla 2.2 Matriz de ubicación especies exóticas
-equinos en la RPFCH

Nº	Nombre del sector	Provincia	Cantón	Parroquia	Comunidad	Área (ha)	Tipo de ecosistema	Nº individuos
1	Pampas de Salasaca	Tungurahua	Tisaleo	Quinchicoto	Santa Lucia Arriba	5,0	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	3
2		Tungurahua	Ambato	Juan Benigno Vela		5,0	Bosque siempre verde de páramo	4
3	Mechahuasca	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	Cunucyacu	0,5	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	1
4		Tungurahua	Tisaleo	Tisaleo		1,0	Herbazal de páramo	2
5	Sanjapamba	Chimborazo	Guano	San Andrés	Sanjapamba	1,0	Intervención	2
6	Pato Cocha	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	Yatzaputzan	1,0	Intervenido	1
7	San Rafael de Choquipogulo	Chimborazo	Guano	San Andrés	San Rafael de Choquipogulo	1,0	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo	1

Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 2.6 Ocurrencias especies exóticas por provincia.



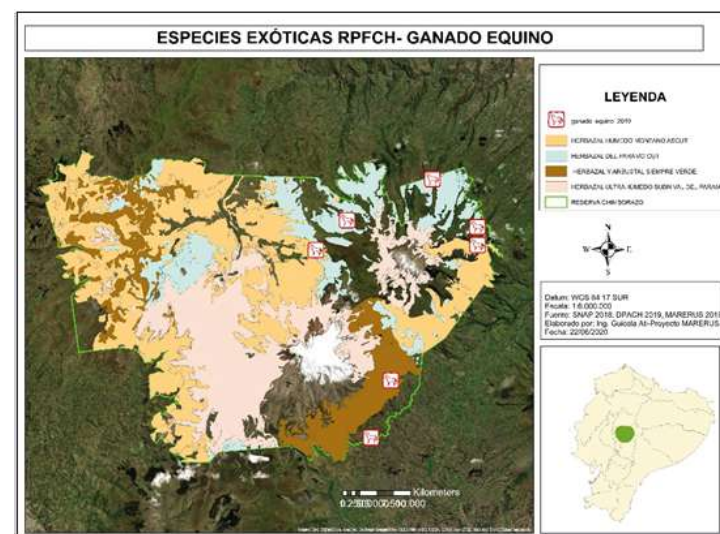
Elaborado por: los autores, (2021).

Figura 2.7 Ocurrencias especies exóticas por
ecosistema.



Elaborado por: los autores, (2021).

Figura 2.8 Mapa de ubicación de ganado equino en la RPFCH.



Elaborado por: los autores, (2021)

El ganado equino se concentra en la zona noreste y sureste de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo en menor dimensión (Figura 2.8).

2.1.4.2 Especie exótica-ovinos

Los páramos a pesar de ser un sitio dedicado a la conservación es escenario de prácticas ganaderas como resultado del bagaje cultural de las poblaciones que en él se asientan, por lo general de vacunos, la cría de ovinos y equinos es también relevante en la zona (Llambí et al., 2012), los ovinos además de los vacunos y equinos constituyen uno de los ingresos que contribuyen significativamente a la generación de réditos derivados de la ganadería (Herrera Tapia et al., 2019; Sánchez et al., 2015) se denota la importancia de esta especie en las comunidades que habitan dentro del área protegida, no obstante el pastoreo de estas especies constituye una amenaza para los ecosistemas (Figura 2.9).

Figura 2.9 Pastoreo de ovejas en la comunidad río Blanco, parroquia Pilahuín, provincia de Tungurahua.



Fuente: los autores, (2021)

El estudio constituyó la georreferenciación de 4880 ocurrencias (Tabla 2.2) borregos, a diferencia de los individuos de las especies bovinos y equinos, a los ovinos se les puede encontrar en rebaños en cantidades considerables pudiendo alcanzar incluso los 800 individuos como se observa en la tabla 2.2, lo cual genera presión sobre los ecosistemas y afecta su dinámica ecológica. Los registros se ubican en las siguientes zonas: El Sinche, Capadia, Mechahuasca, Pachancho, La Esperanza, Cruz del Arenal, Laigua, Rumipata, Pampas de Salasaca y Quindihua Central el mayor porcentaje de especies de este grupo taxonómico se encuentra en las provincias de Tungurahua (Figura2.10) y Bolívar.

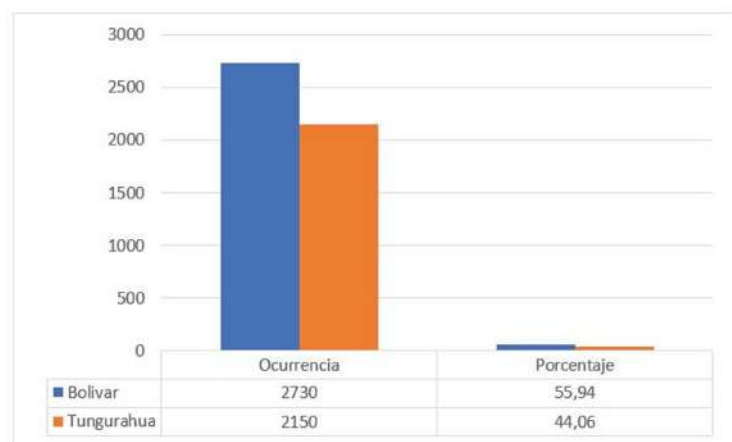
Tabla 2.2 Matriz de ubicación especies exóticas -ganado ovino en la RPFCH

N.º	Nombre del sector	Provincia	Cantón	Parroquia	Comunidad	Área en ha	Tipo de ecosistema	N.º individuos
1	El Sinche	Bolívar	Guaranda	Guanujo		5	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	150
2	Capadia	Bolívar	Guaranda	Guanujo		4	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo	300
3	Mechaguasca	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	Cunucyacu	1	Herbazal del Páramo	6
4	Capadia	Bolívar	Guaranda	Guanujo		10	Herbazal del Páramo	87
5	Capadia	Bolívar	Guaranda	Guanujo	Cruz del Arenal	20	Herbazal del Páramo	200
6	Pachancho	Bolívar	Guaranda	Salinas	Pachancho	2	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo	18
7	Capadia	Bolívar	Guaranda	Guanujo	Cruz del Arenal	10	Herbazal del Páramo	400
8	La Esperanza	Tungurahua	Ambato	Pilahuín		2	Herbazal del Páramo	800
9	Mechaguasca	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	Cunucyacu	1	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	9
10	Mechaguasca	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	Cunucyacu	6	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	10
11	La Esperanza	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	La Esperanza	5	Herbazal del Páramo	300
12	Cruz del Arenal	Bolívar	Guaranda	Guanujo	Cruz del Arenal	3	Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo	200

13	La Esperanza	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	La Esperanza	5	Herbazal del Páramo	500
14	Pachancho	Bolívar	Guaranda	Salinas	Pachancho	5	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo	350
15	El Sinche	Bolívar	Guaranda	Guanujo		2	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	25
16	Laigua	Tungurahua	Ambato	Pilahuín		4	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	300
17	Capadia	Bolívar	Guaranda	Guanujo	Cruz del Arenal	10	Herbazal del Páramo	500
18	Rumipata	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	Rumipata	8	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo	200
19		Tungurahua	Ambato	Pilahuín		1	Herbazal del Páramo	9
20	Pampas de Salasaca	Tungurahua	Tisaleo	Qunchicoto	Santa Lucía Arriba	2	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	10
21	Mechahuasca	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	Cunucyacu	1	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	6
22	El Sinche	Bolívar	Guaranda	Guanujo		2	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	50
23	Capadia	Bolívar	Guaranda	Guanujo	Cruz del Arenal	3	Herbazal del Páramo	300
24	Quindihua Central	Bolívar	Guaranda	Guanujo	Quindihua Central	2	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	150

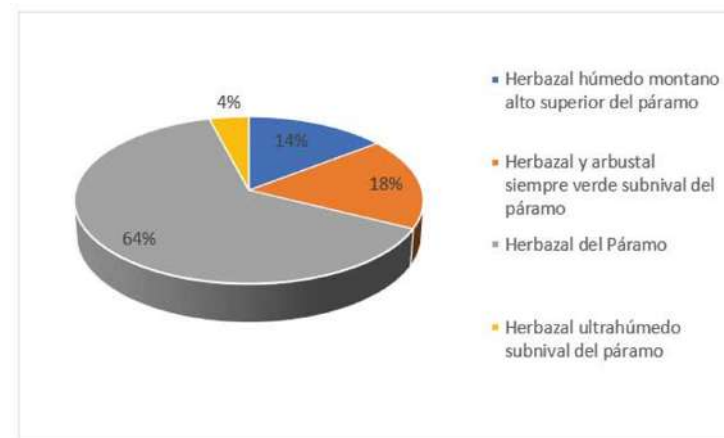
Elaborado por: los autores, (2021).

Figura 2.10 Ocurrencia de especies exóticas ovinos por provincia.



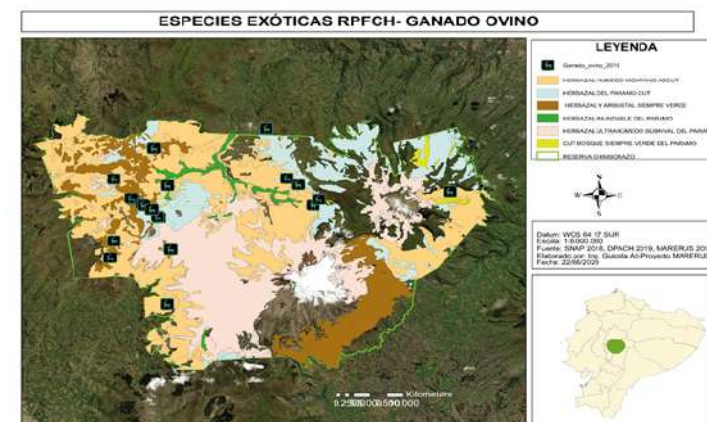
Elaborado por: Los autores, 2021.

Figura 2.11 Ocurrencia de especies exóticas por ecosistema



Elaborado por: Los autores, 2021.

Figura 2.12 Mapa de ubicación de ganado ovino en el interior de la Reserva



Elaborado por: Los autores, 2021.

La zona donde se registra la mayor parte de ganado ovino corresponde a la provincia de Bolívar (Figura 2.10) en los ecosistemas herbazal del páramo y herbazal y arbustal siempre verde, subnival del páramo (Figura 2.11) la gran cantidad de individuos de borregos registrados implica la presión sobre la cobertura vegetal, pero a su vez es una actividad económica arraigada en la forma de vida de los pobladores andinos que les permiten generar una economía de subsistencia.

2.1.4.3 Especies exótica- Perros ferales

Los perros ferales son especies provenientes del continente asiático, son de la franja sur de descendencia directa de los lobos *Canis lupus* (García Villarreal, 2014), generan un impacto negativo hacia la fauna silvestre en diferentes ecosistemas estratégicos como islas y áreas protegidas a nivel global por la frecuente depredación de fauna nativa, por lo que son clasificados como especies invasoras por el grupo de especialistas de especies invasoras (ISSG) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (García Villarreal, 2014) actúan como una plaga cosmopolita. Son depredadores implacables, que cazan casi cualquier especie que se les ponga enfrente, que prefieren presas pequeñas, que no superen los 50 kilogramos, y en algunos casos han matado especies como al enorme kudú, un antílope africano que llega a rebasar los 200 kilogramos de masa corporal. Los perros interactúan con las especies nativas a través de la depredación, la

competencia y la introducción de enfermedades. (García Villarreal, 2014; Mezzabotta, 2018)

Figura 2.13 Perro feral en la comunidad de la Esperanza, parroquia Pilahuín, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.



Fuente: los autores, (2021)

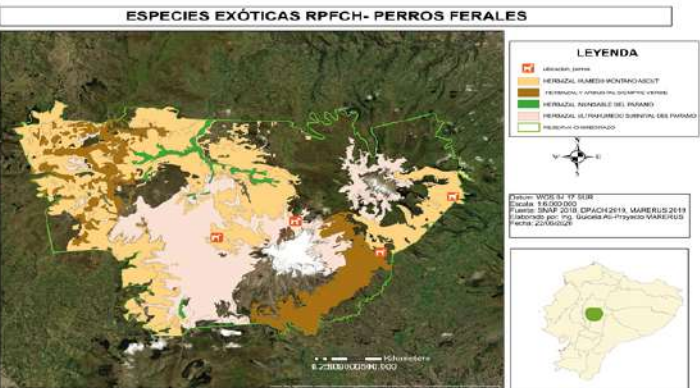
El problema de los perros ferales se presenta en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (Figura 2.13) y está asociado al estatus social de la población vecina al área protegida, la falta de controles por parte del estado y a una tenencia irresponsable por parte de los dueños (Mezzabotta, 2018), situación que afecta negativamente a la fauna silvestre del área protegida. Los registros revelan que estas especies se concentran principalmente en la provincia de Tungurahua (Tabla 2.4)

Tabla 2.4 Matriz de especies exóticas –perros ferales

Nº	Nombre del sector	Provincia	Cantón	Parroquia	Comunidad	Tipo de ecosistema	Número de individuos
1	Portal Andino	Tungurahua	Tisaleo	San Andrés	Cóndor Samana	Herbazal de páramo	3
2	Atillo	Tungurahua	Mocha	Mocha	Atillo	Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	2
3	Carihuairazo	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	Cunucyacu	Herbazal ultrahúmedo o subnival del páramo	3

Elaborado por: los autores, (2021).

Figura 2.14 Mapa de ubicación de caninos en la RPFCH.



Elaborado por: Los autores, 2021.

Durante el trabajo de campo se registraron 8 ocurrencias de perros ferales principalmente en el ecosistema herbazal ultrahúmedo subnival del páramo (Figura 2.14) en las zonas cercanas a las principales vías de acceso, situación que sugiere que los canes son abandonados por sus dueños lo que ha provocado un aumento considerable de esta especie en la zona, la principal especie afectada es la vicuña pues la autoridad ambiental reporta ataques a crías de la especie Vicugna vicugna.

Control físico de vertebrados terrestres

Es relevante tomar medidas que eviten que las especies exóticas presentes en el área alcancen la situación de invasoras, existen diversos métodos para controlar las especies exóticas una de las mas eficaces es la captura de especies de vertebrados, actividad que deberá estar estrictamente regulados por las normativas cinegéticas y de conservación de la fauna desarrolladas por las distintas instancias locales, estatales e internacionales.

2.2 Proceso amenazante cacería ilegal

2.2.1 Introducción

América Latina representa 10% de la superficie continental y marítima del globo terrestre, en la que alberga 65% de la diversidad biológica y cultural de la Tierra (Hockings et al., 2006). Las áreas protegidas, tanto en América Latina como en todo el planeta, son los lugares más valiosos para la conservación in situ

de la naturaleza (Ortiz et al., 2021). Este conjunto de zonas de conservación consolida una superficie mayor a cuatro millones de Km², los esfuerzos que actualmente realizan todos los países de la región latinoamericana han logrado consolidar la creación de alrededor de 4000 áreas protegidas, como una de las estrategias más eficientes para contribuir a la conservación de la biodiversidad y aportar a los objetivos del desarrollo sostenible de los pueblos de la región (Castaño-Uribe, 2007) es decir, más de 18% del territorio terrestre de la región, y aproximadamente 20% de la extensión de las áreas protegidas del mundo. Estas cifras revelan que América Latina es una de las zonas geográficas más dinámicas y comprometidas con la designación y manejo de áreas protegidas en el mundo.

Las evaluaciones realizadas señalan que en la última década las amenazas existentes afectan la integridad de las áreas protegidas y continúan intensificándose, especialmente en aspectos concernientes al avance de actividades agrícolas de gran escala, colonización ilegal de tierras, la extracción ilegal de madera, la difusión de especies invasoras de flora y fauna, la incursión de actividades mineras, petroleras y forestales no sostenibles, la cacería y pesca ilegal.(Jones et al., 2018) the greatest conservation success story has been the growth of protected land globally. Protected areas are the primary defense against biodiversity loss, but extensive human activity within their boundaries can undermine this. Using the most comprehensive global map of human

pressure, we show that 6 million square kilometers (32.8%. Otro factor que incide en el manejo inadecuado de las áreas protegidas es la mala delimitación o aislamiento a menudo son demasiado pequeñas, muy pocas, y con un apoyo muy poco fiable(Bowyer et al., 2019)

El Ecuador en su afán de conservar sus recursos naturales ha creado hasta la actualidad 60 áreas protegidas(Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2019) entres estatales y privadas. Estás enfrentan problemas globales comunes de otras áreas protegidas, una de ellas es la caza ilegal de animales y poblaciones de vida silvestre de valor económico y ecológico, una amenaza presente en muchos países en desarrollo(Bowyer et al., 2019; Rogan et al., 2018).

Los estudios sobre este tema han aumentado durante la última década debido a que las especies corren un riesgo cada vez mayor de amenazas antropogénica(Duporge et al., 2021)endangered or critically endangered. However, the spatial distribution of illegal hunting incidences is not well documented. To address this knowledge gap, the systematic map presented here aims to answer three research questions: (1 . La caza ilegal es un problema persistente en muchas áreas protegidas, pero falta una descripción general de la magnitud de este problema y su impacto en la vida silvestre(Rija et al., 2021)but an overview of the extent of this problem and its impact on wildlife is lacking. We reviewed 40 years (1980–2020, en este contexto se efectuaron investigaciones en la

Reserva de Producción de Fauna Chimborazo con el fin de analizar la existencia de esta problemática.

2.2.2 Método

Se revisó el estado del arte con una temporalidad de 2015 a 2021, luego se recopiló y sistematizó información sobre ubicación de las especies de mamífero; venado y la vicuña, por ser las más vulnerables a los ataques antropogénicos debido a que son consideradas como fuente de alimento, posteriormente se validó en campo la información reportada y se georreferenció los puntos que registraban incidentes de cacería. Se analizó la situación de estas especies en el país y se reportó cartográficamente en el área protegida.

2.2.3 Resultados

2.2.3.1 Situación de *Odocoileus virginianus* en Ecuador

El género *Odocoileus* proviene de dos palabras griegas *odous*, diente y *koilos*, que significa hueco o vacío “diente vacío” debido a sus dientes ahuecados. Por otra parte la especie *virginianus* se compone de los vocablos *virginia* y *-anus* (L), sufijo que significa “perteneciente a Virginia”, en referencia a que el holotipo de esta especie proviene de Virginia (Tirira, 2015).

Conocido localmente como venado de cola blanca, es una especie terrestre, crepuscular y rumiante. Consume plantas selectivamente. Prefiere arbustos y árboles, también puede consumir semillas y frutos (Weber, 2014).

En Ecuador las poblaciones de venado de cola blanca se distribuyen en Sierra y Costa sur y se divide en dos poblaciones. Los páramos del país con altitudes que van desde los 3000 y 4500 msnm albergan al primer grupo (Poaquiza, 2017).

La coloración del venado varía desde ocre hasta grisácea con pelo blanco alrededor de varias partes del cuerpo siendo más evidente bajo la cola lo que le da un aspecto bicolor. Una pequeña franja de color pardo oscura en la parte inferior del rostro y que se continúa en el labio inferior, tiene la forma de un bozal. Las patas anteriores y las posteriores son de igual longitud (Guano Vasco, 2016)

Figura 2.15 Venado en los paramos de la Asociación 24 de Mayo.



Fuente: los autores, (2021)

El venado de cola blanca dentro del ecosistema juega un papel fundamental, debido a que ayuda a mantener el equilibrio ecológico, al igual que otras especies forma parte de la cadena trófica, como herbívoro y a su vez como presa. (Poaquiza, 2017)

Aunque esta especie se encuentra enlistada como especie de “preocupación menor dentro de las lista roja de especies amenazadas de la (UICN, 2016), en Ecuador su denominación actual es en “En Peligro” lo que implica la necesidad de conservar esta especie especialmente las que se encuentran dentro de Áreas protegidas.

Para Guano M, (2016) los ecosistemas de distribución del venado dentro de la RPFCh son: Herbazal del Páramo, Herbazal ultra húmedo subnival del Páramo, Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo, Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo y Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo, al ser su distribución tan amplia enfrenta diversas amenazas.

2.2.3.2 Situación de *Vicugna vicugna* en Ecuador

El proceso de reintroducción de vicuñas inició con la suscripción del convenio para la Conservación y Manejo de la vicuña en Diciembre de 1979 entre Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador y Perú (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2002). En 1988 se reintroducen las primeras 200 vicuñas (100 machos y 100 hembras) de Chile y Perú, en 1993 se realizaron donaciones adicionales, que sumaron en total 373 vicuñas (Albán-Guaman, 2009), que han crecido poblacionalmente llegando a reportarse en año 2016, 7021 individuos (Rodríguez González & Morales De La Nuez, 2017).

Según Vaca Cárdenas et al., (2021) en su estudio referente a la predicción espacial de la vicuña determina

que apenas un pequeño porcentaje del territorio del área protegida reúne las condiciones climáticas y ambientales propicias, adicionalmente la existencia de poblaciones merma el nicho ecológico de la especie. El área definida como hábitat moderadamente bajo o sitios de distribución espacial potencial cubre 13743,63 hectáreas que representa el 26,1% del área protegida, se aprecian áreas importantes de en las parroquias de Guanujo y Salinas en la provincia de Bolívar que corresponde a páramos con vegetación escasa y baja.

El 10,1% del territorio corresponde al hábitat moderadamente adecuado que se ubican en las zonas altas sin presencia de intervención antrópica ubicada sobre la frontera agrícola y finalmente el 0,1% del área total de la reserva Chimborazo contiene áreas altamente adecuadas definidas como hábitat óptimo de la vicuña debido a las condiciones y características físicas y biológicas favorables para la supervivencia y reproducción.

Basados en los resultados de los censos de la vicuña en el Ecuador se afirma que los objetivos de creación del área protegida se están cumpliendo. El crecimiento poblacional de la especie se ajusta (11% anual) a los reportados en otros países signatarios, sin embargo, se reportan conflictos entre la población y las vicuñas por la ocupación de territorios comunitarios y privados, situación que debe ser considerada una línea de acción urgente e inmediata para asegurar la conservación y el

aprovechamiento sostenible de la vicugna vicugna.

Figura 2.16 Vicuña en el sector de Mechahuasca, parroquia Pilahuín, cantón Ambato, provincia de Tungurahua.



Elaborado por: los autores, (2021)

2.2.3.3 Zonas de ocurrencia de cacería

Se identifican 7 ocurrencias de cacería tanto de venado como vicuña en los sectores de Portal Andino, Tres Cruces, Poguios, Asociación 24 de mayo y Bocatoma; como se observa en la tabla 2.5 en el caso de la provincia de Bolívar no se registra ocurrencias. La mayor parte de la problemática se centra en la zona de estricta protección alejada de centros poblados, una de las razones para que esto ocurre sin duda está ligada al desconocimiento

sobre los tipos de fauna silvestre, su importancia en el ecosistema (Corrales, 2017).

De acuerdo a Romero et al., (2018) la caza ilegal de las vicuñas se da porque la población local se ve perjudicada por la invasión de la especie en sus cultivos, lo que representa un problema, además sufren ataques de perros ferales.

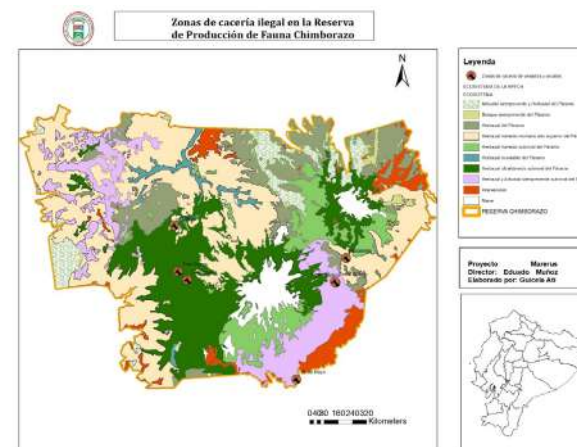
Los ataques ocurren principalmente en el ecosistema herbazal ultrahúmedo subnival del páramo, y en menor proporción en el herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo, herbazal húmedo montano alto superior del páramo (Figura 2.17), coincide con los resultados obtenidos en el proceso amenazante especies exóticas, pues la presencia de caninos se acentúa en el ecosistema donde se registra la cacería, las especies faunísticas se ven amenazas por estos carnívoros y por la presencia humana, un aumento en la intensidad de la caza ilegal de venados y vicuñas puede intensificar la depredación del ganado por parte de carnívoros lo que causaría un desequilibrio ecológico en la RPFCH.

Tabla 2.5 Especies amenazadas en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

N°	Sector	Provincia	Cantón	Parroquia	Comunidad	Tipo de ecosistema	Frecuencia	Coordenadas	Especie amenazada
1	Portal Andino	Chimborazo	Guano	San Andrés	Cóndor Samana	Herbazal arbustal siempreverde subnival del páramo	1	7 983820 4 8 8 6 7 6	Venado
2	Portal Andino	Chimborazo	Guano	San Andrés	Cóndor Samana	Herbazal arbustal siempreverde subnival del páramo	1	7 983827 4 3 8 6 1 0	Venado
3	Tres Cruces	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	La Esperanza	Herbazal arbustal siempreverde subnival del páramo	1	7 983843 3 5 6 5 5 8	Vicuña
4	Tres Cruces	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	La Esperanza	Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo	1	7 983910 3 7 5 7 8 9	Vicuña
5	Poguios	Tungurahua	Ambato	Pilahuín	La Esperanza	Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo	1	7 984285 3 2 5 5 1 2	Vicuña
6	24 de mayo	Chimborazo	Riobamba	San Juan	Asociación 24 de mayo	Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo	1	7 983030 4 4 5 4 7 8	Venado
7	Bocato ma	Chimborazo	Guano	San Andrés	Cóndor Samana	Herbazal arbustal siempreverde subnival del páramo	1	7 984019 4 3 9 5 4 0	Venado

Elaborado por: Ministerio el Ambiente, 2021

Figura 2.17 Zonas de cacería ilegal en la RPFCH



Elaborado por: los autores, (2021)

En definitiva se torna relevante mejorar los medios de vida locales mediante la conservación participativa con el fin de reducir las actividades ilegales (Wilfred et al., 2019) such as fishing, hunting and logging. A better understanding of local people's perceptions of the nature of illegal behaviour and the relevance of conservation actions would be useful in informing conservation decisions. We gathered information on the attitudes and perceptions of communities in the vicinity of Ugalla Game Reserve in western Tanzania regarding illegal behaviour and the effectiveness of conservation practices, using household surveys, key informants, and focus groups. We found that local people use the Reserve illegally, especially for hunting ($28 \pm SE 6\%$).

Una de las opciones para disminuir la caza ilegal en el AP podría ser el ecoturismo considerado desde la conflictología y la ecología política como una herramienta de control territorial, incluso, ha demostrado ser un instrumento eficiente para abatir las prácticas de invasión y cacería furtiva en las áreas protegidas a nivel mundial, al incentivar a través de apoyos financieros y políticos, la conformación de vigilancia comunitaria anticaza furtiva para la preservación de las poblaciones de fauna silvestre y de sus hábitats, mucha de ellas consideradas como especies amenazadas o en peligro de extinción (Pérez Rodríguez et al., 2018),

El ecoturismo puede ser considerado por los lugareños como una viabilidad estratégica de reapropiación social de sus recursos territorialidades, mas aún cuando se considera que en algunos casos la caza de carne de animales silvestres es un complemento de las actividades que generan ingresos básicos del hogar en lugar de ser esencial para la subsistencia(Rogan et al., 2018). Basados en diversas investigaciones se sugieren dos opciones para disminuir y eliminar la cacería en al RPFCh, la primera; una ley más efectiva que impone costos para la caza ilegal, la segunda se basa en la generación de ingresos fundamentados en alternativas basadas en la vida silvestre que motivan a las comunidades a conservar fauna silvestre. (Rogan et al., 2018), esto es corroborado por Eshoo et al., (2018) que indica que hay menor presencia de cazadores en AP donde se practica el ecoturismo.

CAPITULO III

Procesos climáticos amenazantes

3.1 Proceso amenazante variabilidad climática de la temperatura.

3.1.1 Introducción

En los últimos años la biodiversidad ha sufrido un decrecimiento sustancial debido a las transformaciones atmosféricas que afectan al planeta producto de factores naturales y antrópicos. Al hablar de variabilidad climática es inherente hablar de cambio climático pues uno de los factores que incide en los cambios globales de temperatura es la variabilidad climática, sin embargo, se debe tener claro que la variabilidad climática no es sinónimo de cambio climático (Tristán Vargas & Aguirre Bortoni, 2002)

Los cambios sobre el clima dependen de condiciones atmosféricas extremas que exceden en mucho a los promedios estándares, en ciertos casos puede incluir las variaciones en la actividad de condiciones extremas, como las variaciones del número de aguaceros de un verano a otro, estos cambios se definen como la variabilidad climática, que es mayor a nivel regional o local que al nivel hemisférico o global (Suárez Arosteguí, 2018). Para el caso del Ecuador, se relaciona la variabilidad climática con la Zona de Convergencia Intertropical (Serrano Vincenti et al., 2012). La variabilidad climática está determinada por la oscilación austral o el niño que cada dos años causa sequías o inundaciones en distintas zonas del mundo.

La Normal Climatológica o valor normal que generalmente representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica durante un período consistente de tiempo de por lo menos 30 años es utilizada para definir y comparar el clima, a la diferencia entre el valor registrado de la variable y su promedio se le conoce como Anomalía (Montealegre Bocanegra, 2009).

La variabilidad climática está dada por variables climatológicas como la temperatura, precipitación, humedad, vientos, heliofanía y nubosidad de estos la precipitación, la temperatura o los vientos (Martínez Martínez, 2017) son cruciales para determinar la variabilidad climática. Ésta incide de manera más evidente el clima actual y futuro, los ecosistemas que se ubican en la zona alto-andina son los más afectados por estas variaciones que afecta directamente los medios de subsistencia, los ciclos climáticos mundiales y los sistemas mundiales de producción de alimentos están amenazados debido a los recientes fenómenos climáticos extremos (Acevedo-Osorio et al., 2017; Serrano Vincenti et al., 2012).

Bajo este contexto es importante contar con los datos, herramientas y metodología necesarias para poder abordar esta problemática identificando las zonas en las que se debe planificar estrategias de adaptación a fin de ejecutar acciones necesarias (Suárez Arosteguí, 2018) para minimizar los efectos de la variabilidad y el cambio

climáticos.

De acuerdo a Herrador-Valencia & Paredes, (2016) los Andes tropicales han sido declarados como una de las regiones más vulnerables a la variabilidad climática en donde se han presentado procesos de reducción e incluso de desaparición de glaciares, así como pronunciados cambios en los patrones de lluvia que afectan significativamente a la región, como es el caso de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo que ha experimentado cambios graduales en su temperatura que se reflejan en el derretimiento de los glaciares.

Los resultados de esta investigación pretenden generar una base de datos importante que contribuya al entendimiento de como estas variables han evolucionado a lo largo del tiempo por causa del cambio climático que, si bien se puede sentir y evidenciar sus efectos, no se tiene un registro de su comportamiento y de la relación con los factores bióticos y abióticos de la RPFCh más aún cuando se conoce que un sistema ecológico es muy sensible a variaciones de las condiciones climáticas. El más mínimo cambio puede desestabilizar y poner en peligro alguna especie. (Tristán Vargas & Aguirre Bortoni, 2002)

Las variables climáticas esenciales se definen por tres criterios, relevancia, viabilidad, rentabilidad (World Meteorological Organization, 2019), hay dos formas de obtener datos climáticos, el primero son los datos observados y el segundo los datos modelados.

3.1.2 Método

Se utilizaron datos de la plataforma Worldclim (www.worldclim.org) repositorio con variables climáticas, abierto y libre, que ha permitido un desarrollo exponencial de los trabajos sobre biogeografía, macroecología y cambio climático principalmente, durante los últimos 10 años. Se descargaron las variables climáticas temperatura mínima y máxima además de la precipitación, consideradas relevantes para el estudio, se tomó la resolución espacial es de 2,5 minutos (~ 21 km²). Worldclim que dispone de capas raster con información sobre las mismas variables climáticas en el pasado y en el futuro, para el estudio se consideró la información de variables climáticas (precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima)(López-Feldman et al., 2018) de cada decenio (1960-1969/1970-1979/1980-1989/1990-1999/2000-2010/2011-2018), posteriormente se hizo uso de la herramienta extract by mask del software Arc Gis, obteniendo las capas climáticas para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

La herramienta raster calculator del software Arc gis permitió obtener la temperatura máxima promedio de cada año de estudio, debido a la gran cantidad de información se selecciona un año al azar de cada quinquenio a partir de 1961 hasta el año 2018, a partir del tratamiento de las imágenes satelitales se obtuvieron datos que difieren de la normal climatológica registrada para el sitio de estudio.

3.1.3 Resultados

3.1.3.1 Temperatura máxima

La temperatura en el interior de la RPFCH varía dependiendo de la altitud en la que se establezca (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014a). Se seleccionaron datos de la temperatura máxima a partir de datos históricos mensuales que datan desde 1960, el quinquenio que registra variabilidad climática con tendencia al alza en el periodo 2015-2018 (Figura 3.2)

Los extremos registrados se explican por la amplia variación altitudinal al interior de la RPFCh determinada por la presencia del volcán Chimborazo en su interior.

Figura 3.1 Nevada sector Cunucyaku, parroquia Pilahuín

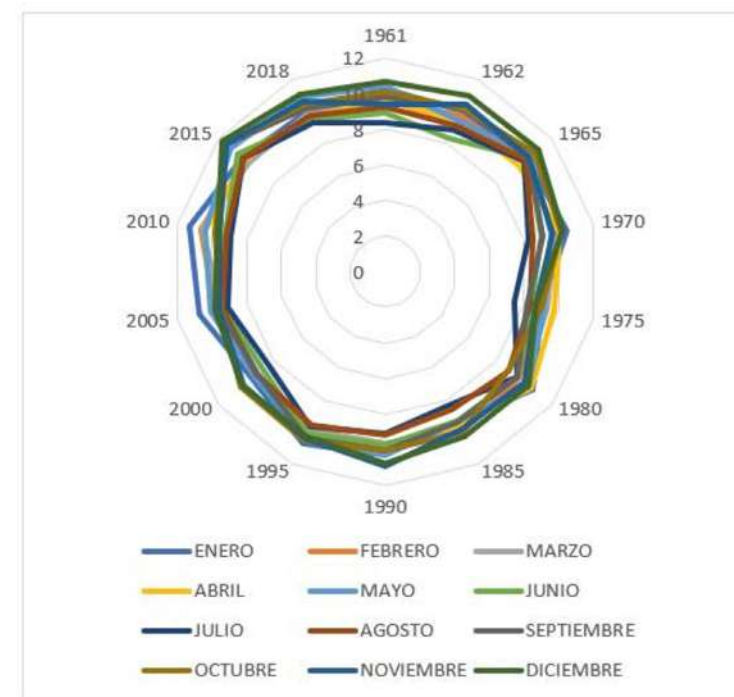


Fuente: los autores,(2021)

La temperatura promedio máxima es de 7,45 °C, siendo el mes julio de 1975 (Figura 3.2) el año que registró la temperatura máxima mas baja , la variable climática en estudio presentó su punto mas alto durante el mes de Diciembre del 2015 alcanzando los 11,79 °c en las estribaciones oriental y occidental de la reserva en los páramos lo que difiere significativamente de lo manifestado por (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014a) cuya temperatura promedio máxima fue de 11.40 °c (Figura 3.2), ademas concuerda con lo manifestado por (Sánchez et al., 2015) cuyo estudio reflejó el incremento de la temperatura.

Considerando que la zona altoandina y la vegetación paramuna presentan efectos significativos de la elevación de temperatura se evidencia la relación directa con la cantidad de agua que consumirán los ecosistemas naturales y las zonas agrícolas. Una mayor temperatura representa un incremento en las necesidades de agua para los cultivos y una reducción en la capacidad de almacenamiento de agua en los páramos (Sánchez et al., 2015), al hablar de la parte social es importante destacar que las comunidades que presentan mayor riesgo de vulnerabilidad a temperaturas extremas son: Pachancho, Rincon de los Andes y Cruz del arenal cuya ubicación esta entre el rango altitudinal 4200 msnm y 4600 msnm.

Figura 3.2 Variabilidad climática anual periodo 1961-2018.



Elaborado por: los autores, (2021).

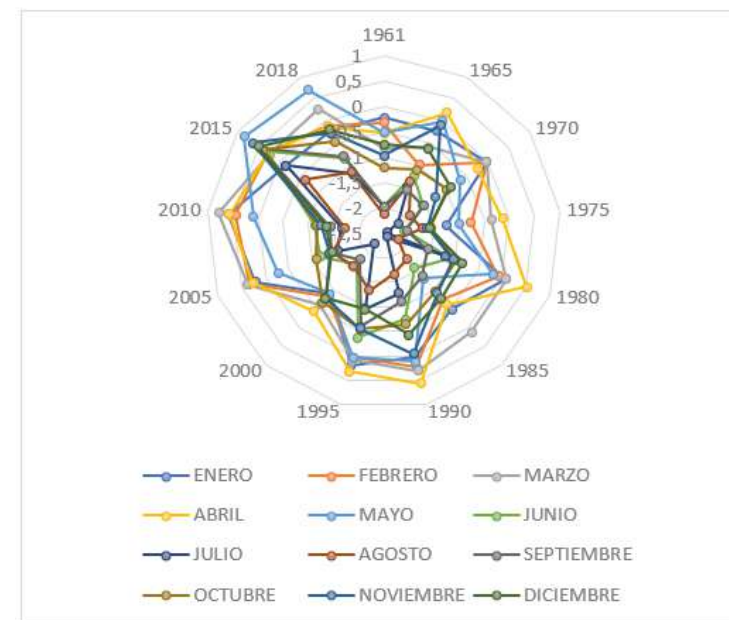
3.1.1.2. Temperatura mínima

La variable climática temperatura mínima registra valores entre de -2,4 y- 2, 44 para los años 1975 y 1985 (Figura 3.3), en ambos casos el evento extremo tuvo lugar en el mes de julio en las estribaciones del Chimborazo y Carihuayrazo, la variable en estudio ha sufrido alteraciones para el año 2010 el valor de la temperatura mínima registró valores de 0, 78°C durante el mes de abril

(Figura 3.3), en cuanto a la temperaturas mínimas cuya afectación está seriamente relacionada a las actividades socioeconómicas a desarrollar por las comunidades que habitan en el interior de la Reserva se presenta el mismo problema pues el rango altitudinal influye en la ocurrencia de eventos extremos, lo que impide la realización de actividades como agricultura e incluso ganadería pues a determinada altura bajo las condices climáticas extremas es imposible realizar actividades económicas relacionada al uso de los recursos naturales como agricultura y ganadería. La tendencia indica que a medida que transcurren los quinquenios y decenios las variables temperatura máxima y mínina diferirán con relación a la normal climatológica.

En referencia a las comunidades se puede determinar que las que registraron temperaturas extremas están en el rango altitudinal de 4200- 4600 msnm.

Figura 3.3 Temperatura mínima RPFCH período 1961-2018



Elaborado por: los autores, (2021).

3.2 Proceso amenazante elevación de la temperatura y disminución de la precipitación.

3.2.1 Introducción

En los últimos años se ha evidenciado que el clima en el planeta está cambiando a un ritmo acelerado, actividades como la producción, extracción, asentamiento y consumo, son la principal causa de este aceleramiento, el mayor problema de un cambio acelerado en el clima es la falta de preparación para asumir los cambios

que pueden traer consigo (derretimiento de las masas glaciares y nevados, cambios en los ciclos de floración y fructificación de los cultivos, ascensos en el nivel de los mares, mayor ocurrencia y fuerza en lluvias, sequías, huracanes, heladas y granizadas en áreas urbanas y rurales), que indudablemente menoscaban la calidad de vida de las poblaciones humanas y animales. (Serrano Vincenti et al., 2012)

A través de los años se ha percibido un incremento en la temperatura del planeta información que ha sido corroborado por (Organización Meteorológica Mundial, 2017), la elevación de la temperatura y el cambio climático están íntimamente ligados no obstante es importante indicar que existe una marcada diferencia mientras que el cambio climático incluye el calentamiento y los “efectos secundarios” de este calentamiento, los indicios del cambio climático y sus efectos, como el aumento del nivel del mar, el derretimiento de los hielos y la aparición de fenómenos meteorológicos extremos, se intensificaron durante el período 2015-2019, y la temperatura media mundial ha aumentado en 1,1 °C desde la era preindustrial y en 0,2 °C con respecto al período 2011-2015 de acuerdo al (IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), 2019).

El período 2015-2019 comprende los cinco años más cálidos de los que se tiene constancia, y el período de 2010 a 2019 ha sido el decenio más cálido jamás registrado a partir de los años ochenta. Cada nuevo decenio ha sido

más cálido que todos los anteriores desde que se iniciara el monitoreo de la temperatura. (World Meteorological Organization, 2019)

El calentamiento global se ha convertido, en los últimos años, en uno de los temas científicos, políticos y económicos más relevantes, esta problemática responde a la concentración de gases de efecto invernadero que ha aumentado a niveles sin precedentes, confirmando una tendencia al calentamiento en el futuro.

Factores relevantes tales como las alteraciones en la temperatura oceánica, cambios en los ecosistemas terrestres (como la disminución de la extensión de la capa de nieve y hielo en el hemisferio norte), el acortamiento de las estaciones frías, el derretimiento de glaciares, la disminución de la extensión del permafrost y el aumento del nivel del mar, proporcionan una evidencia clara de que el mundo se está calentando. (Fernández, 2011)

Ralentizar y limitar el cambio climático requiere, a largo plazo, un gran esfuerzo a nivel internacional es importante tomar medidas preventivas a nivel nacional por ello se ha reconocido la necesidad urgente de diseñar políticas específicas, como la utilización de permisos de emisiones, impuestos sobre la energía y medioambientales, medidas voluntarias del sector industrial, políticas de regulación y una creciente investigación y creación de programas destinados a la mitigación.

La investigación presenta de forma sintética, la realidad histórica y actual de manera científica de la elevación de la temperatura, este se constituirá como un primer insumo para la generación de las políticas económicas más eficientes que pueden prevenirlo o ralentizarlo y la importancia de los costes que de éstas se derivan, por ello se torna relevante generar información que permita evidenciar el aumento o disminución de la temperatura durante los últimos años más aún cuando se trata de un área protegida cuyo fin es la conservación y protección de la biodiversidad.

3.2.2 Metodología

Para el presente estudio se utilizará un reducido número de productos(temperatura y precipitación) pero de gran aplicabilidad e interés, pues la detección de anomalías requieren datos con resolución diaria; cuya obtención resulta ser difícil, pues demanda gran seguimiento y post- tratamiento de datos por parte de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos (SMHN), así mismo las metodologías utilizadas deben ser homogéneas para toda la comunidad meteorológica mundial a decir de (Gil-Guirado & Pérez-Morales, 2019) la correcta caracterización climática es fundamental para una óptima contextualización de los patrones climáticos actuales dentro de una perspectiva de cambio global inclusive es recomendable trabajar con datos horarios de menor resolución para abarcar la mayor cantidad de datos posibles.

Bajo este contexto se uso el método histórico y científico, en el primero se describe o representa una búsqueda critica de los acontecimientos pasados, a partir de datos climáticos históricos generados por la plataforma Worl Clim, que maneja datos históricos desde el año 1970-2000 basados en una interpolación estadística de datos observacionales(Varela et al., 2015)

Para realizar los modelos climáticos se consideraron los años 2021-2040, los datos futuros se obtuvieron de la plataforma World Clim la cual hace uso de modelos de circulación global (modelos físicos que combinan submodelos 3D de circulación atmosférica, oceánica, modelos de vegetación, etc.).

Se consideró el modelo CanESM5 ssp585 resolución 2.5 minutos (Modelo canadiense del sistema terrestre versión 5.3) ya que tiene una sensibilidad alta que el límite superior del rango probable (1.5C a 4.5C.)

Es un modelo global desarrollado para simular el cambio climático y la variabilidad históricos, para hacer proyecciones a escala centenaria del clima futuro y para producir predicciones estacionales y de década inicializadas

Posteriormente se hizo uso del Software Arc Gis 10.8, tanto para realizar los modelos climático de temperatura y precipitación, para el calcula se hizo del algebra de mapas.(Valencia Rojas et al., 2014)

3.3 Resultados

3.3.1 Temperatura

3.3.1.1 Temperatura mínima histórica período 1970-2000 y proyección futura 2021-2040

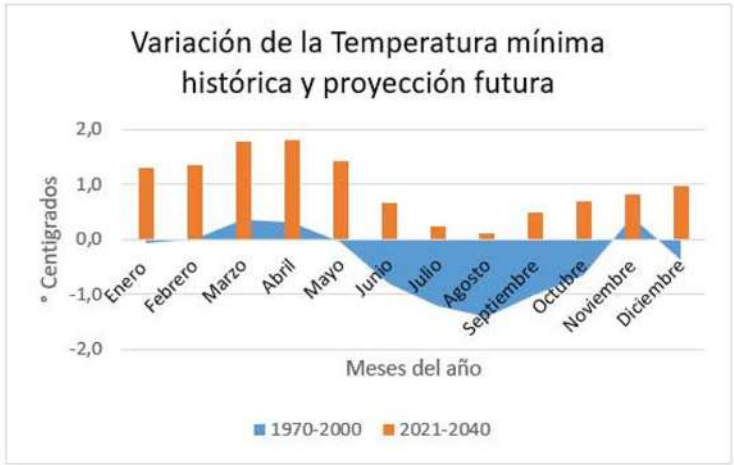
En la tabla 3.1 se presenta la temperatura mínima para los dos periodos de estudio se observa que la diferencia mas significativa ocurría en dos periodos de tiempo el primero durante los meses de abril a junio y le segundo a partir de agosto-octubre.

Tabla 3.1 Temperatura minima histórica período 1970-2000 y proyección futura 2021-2040

	1970-2000	2021-2040	Diferencia
Enero	-0,1	1,29	1,4
Febrero	0,0	1,35	1,3
Marzo	0,4	1,77	1,4
Abril	0,3	1,8	1,5
Mayo	0,0	1,42	1,5
Junio	-0,8	0,66	1,5
Julio	-1,2	0,23	1,4
Agosto	-1,4	0,1	1,5
Septiembre	-1,0	0,5	1,5
Octubre	-0,7	0,68	1,3
Noviembre	0,4	0,83	0,4
Diciembre	-0,4	0,97	1,3
Media	-0,4	0,97	1,34

Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 3.8 Temperatua mínima en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo



Fuente: World Clim data set, (2021)

Respecto a la temperatura minima histórica(figura 3.8), se registra un periodo con incremento de temperaturas en los meses de febrero, marzo y abril y a partir del mes de junio hasta octubre desciende la temperatura en la RPFCH en rangos de 0°C hasta -1 °C, en noviembre asciende la temperatura y finalmente para diciembre vuelve a descender; el modelo CanESM5 ssp585 indica que habrá un incremento medio de 1,34 °C registrándose mayores aumentos (1,5°C) en los meses de abril, mayo, junio, agosto y septiembre; este incremento en la temperatura minima afectara directamente al deshielo de los glaciares del Nevado Chimborazo y Carihuayrazo ya que son las zonas que registran las temperaturas mas bajas por debajo de o°C.

3.3.2 Temperatura máxima

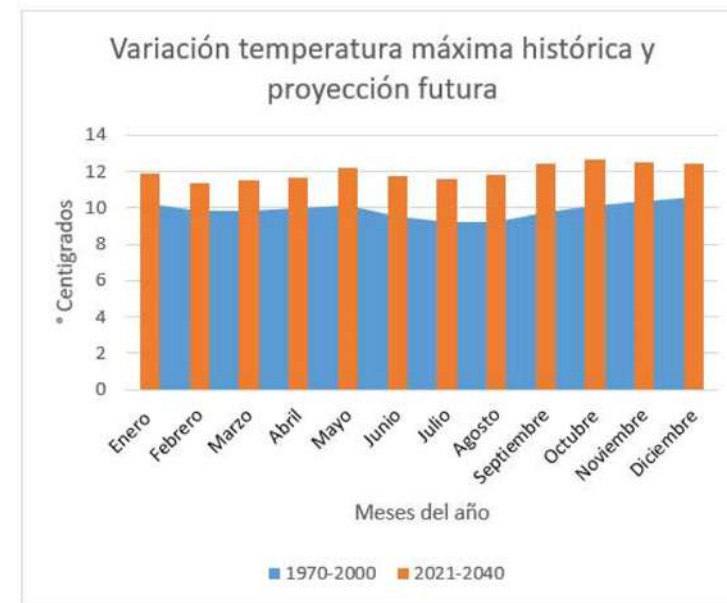
La tabla 3.2 presenta la temperatura máxima para los dos periodos de estudio.

Tabla 3.2 Temperaturas máximas en los dos periodos de estudio

Meses	1970-2000	2021-2040	Diferencia
Enero	10,21	11,88	1,67
Febrero	9,8	11,38	1,58
Marzo	9,85	11,53	1,68
Abril	9,95	11,67	1,72
Mayo	10,1	12,17	2,07
Junio	9,52	11,72	2,2
Julio	9,2	11,55	2,35
Agosto	9,23	11,8	2,57
Septiembre	9,76	12,45	2,69
Octubre	10,14	12,67	2,53
Noviembre	10,39	12,47	2,08
Diciembre	10,6	12,43	1,83
Media	9,90	11,98	2,08

Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 3.4 Temperatura máxima histórica y proyección futura



Fuente: World Clim data set, (2021)

La media de la temperatura máxima histórica es de 9,9°C, teniendo un decremento marcado en los meses de junio, julio, agosto y septiembre y los demás meses se presentan temperaturas cercanas a los 10°C; el modelo CanESM5 ssp585 indica que la temperatura que se ubica en la zona media y baja de la RPFCh incrementara en 2,08°C, lo que ocasionara una alteración de las funciones ecológicas de los ecosistemas puesto que se prevé tener una temperatura máxima futura de 11,98°C (Tabla 3.2)

3.3.3 Precipitación

3.3.4 Precipitación histórica y proyección futura

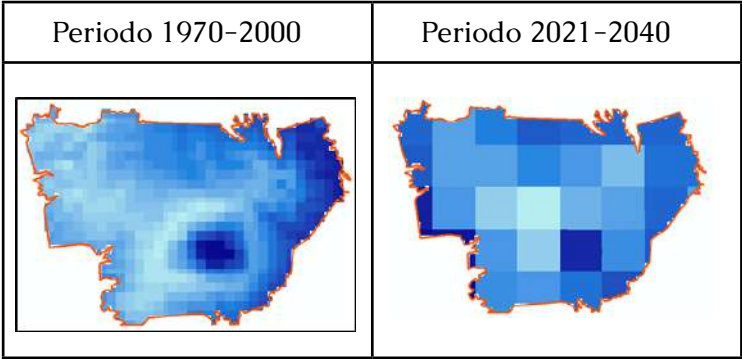
A continuación, se presenta la precipitación en los dos periodos de estudio (figura 3.3)

Tabla 3.3 Precipitación en dos periodos de estudio

AÑO	1970-2000	2021-2040
Enero	47,57	48,57
Febrero	91,25	92,03
Marzo	89,6	93,13
Abril	96,78	99,51
Mayo	50,78	41,78
Junio	40,35	29,68
Julio	28,6	22,42
Agosto	24,78	18,83
Septiembre	44	33,84
Octubre	71,67	59,03
Noviembre	73,82	69,99
Diciembre	46,96	47,81
SUMA	706,16	656,62

Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 3.5 Mapa climático RPFCH



Elaborado por: los autores, (2021)

La precipitación histórica registra una precipitación total anual de 706,16 mm, las zonas donde mayor precipitación se concentra en la zona este en la provincia de Tungurahua. El período comprendido entre 2021 -2040 presentará una disminución de precipitación de 49,54 mm con una precipitación total anual de 656,62 mm.

Figura 3.6 Precipitación histórica y modelo futuro



Elaborado por: los autores, (2021)

La precipitación histórica total anual es de 706,16 mm/m²/año, que contribuye a los cause naturales que benefician a las comunidades del area protegida que usan para consumo y también aprovechan para riego de sus parcelas.

Existen 2 periodos marcados de lluvia, el primero va desde el mes de febrero hasta abril y el segundo comprende los meses de octubre a enero y finalmente se marca un periodo de menor pluviosidad a partir del mes de mayo a septiembre, siendo el mes de agosto en el que se reciben menor cantidad de lluvia. La precipitación es el factor climático más sensible del sistema climático, Cabe indicar que la alteración de un factor puede influir

en el ciclo normal de otra variable climática

El estudio coincide con lo manifestado por (Bustamante, 2017) se observaron variaciones climáticas principalmente reducción de la precipitación y , un incremento de la temperatura mínima y máxima al realizar comparaciones entre el cambio climático actual y el futuro.



CAPITULO IV

Análisis geoestadístico aplicado al
cambio de usos de suelo en la Reserva de
Producción de Fauna Chimborazo

4.1 Introducción

A nivel mundial, regional y local existen diversos factores que intervienen en el cambio del uso del suelo, entre ellos están los ambientales, demográficos, económicos y socioculturales, que pueden llegar a generar un deterioro ambiental y pérdida de la biodiversidad (Bocco et al., 2001; López Vazquez et al., 2015)

El conocimiento de la cobertura y uso del suelo constituye uno de los aspectos más importantes dentro del análisis físico biótico para determinar los ocurridos en un lapso.

El análisis de cambio de uso de suelo permite determinar con mayor precisión la transición en el uso de suelo a causa de la intervención antrópica insumos imprescindibles para priorizar los esfuerzos de conservación en las áreas cuya distribución geográfica se haya reducido significativamente durante aproximadamente dos décadas.

Bajo este contexto se generan cambios transicionales en las categorías de uso de suelo que merman la funcionalidad de los ecosistemas, al coexistir en el AP comunidades indígenas y propietarios privados que poseen el 80% de la tenencia de la tierra en el AP es imperante monitorear constantemente los cambios que ocurren en el uso del suelo y por ende en la cobertura vegetal no obstante la extensión del territorio y el número

limitado de personal con la que cuentan las áreas protegidas no permite contar con estudios actualizados para evaluar la dinámica del cambio del uso de suelo.

La investigación propende mediante la utilización de sistemas de información geográfica y matrices de transición identificar la dinámica del suelo posteriormente analizar la relación entre actividades productivas y uso del suelo de manera que se aporte a la toma de decisiones para un uso sustentable de los recursos naturales en el territorio, para detectar los cambios ocurridos en determinado período de tiempo se utilizan diversas metodologías una de ellas es la matriz de cambio que permite estimar los cambios del uso de suelo y cobertura vegetal de manera cuantitativa en tres niveles de orden, intervalo de tiempo, categoría y transición. (Farfán Gutiérrez et al., 2016)

4.2 Método

El análisis de la cobertura vegetal y el uso del suelo se efectuó con el fin de contar con información precisa sobre el grado de transformación del paisaje y su estado de conservación como lo señalan (Otavo & Echeverría, 2017), se utilizó información vectorial oficial sobre la Cobertura y uso de la Tierra en Ecuador Continental, generados por el Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura, Acuacultura, Ganadería y Pesca a escala 1: 100000, a través de un sistema de clasificación nacional con la utilización de imágenes satelitales landsat 8 y rapid Eye, mediante técnicas de extracción

y generación de información complementando con sistemas de información geográfica (MAE-MAGAP, 2014), actualizada mediante una imagen Landsat ETM+ del 2000 e imágenes SPOT para 2004 y 2008, se realizó el análisis geoespacial muti temporal en dos períodos de tiempo (2000 y 2018), utilizando el software ARC GIS 10.8, las coberturas fueron revisadas y homologadas a proyección UTM, datum WGS 84, huso 17 Sur extendido y procesadas en el software ARCGIS 10.2 (ESRI, EE.UU) (Sepúlveda-Varas et al., 2019), se utilizaron matrices de cambio. Así, el concepto de transición de uso del suelo se refiere a cualquier cambio ocurrido en el uso del suelo convirtiéndose desde un estado a otro (Sepúlveda-Varas et al., 2019), está vinculado frecuentemente con mecanismos causales principalmente de dos tipologías: socioecológico (modificación del uso resultante del menoscabo de servicios ecosistémicos) y socioeconómico (modificación del uso resultante de cambios en el entorno productivo externo) (Lambin & Meyfroidt, 2010).

Mediante el análisis de cambio de uso de suelo se obtuvieron datos cuantitativos de la intensidad del cambio de uso de suelo con la categorías de cambio de las capas raster de Cobertura y uso de la Tierra en Ecuador Continental; finalmente se interseco y corto con la capa de Ecosistemas del Ecuador que indica que en la zona de estudio se presentan 8 tipos de vegetación; Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo, Bosque siempre verde del Páramo, Herbazal del Páramo, Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo,

Herbazal húmedo subnival del Páramo, Herbazal inundable del Páramo, Herbazal ultrahúmedo subnival del Páramo, Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo(Ministerio del ambiente del Ecuador, 2013), la formación vegetal con mayor extensión es el Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo (16.343), el que presenta menor representatividad es el bosque siempre verde del páramo(362ha) en el área se registran plantas vasculares

4.2.3 Factores para el cambio de uso de suelo

A nivel mundial, regional y local existen diversos factores que influyen en el cambio del uso del suelo, como los ambientales, demográficos, económicos y socioculturales, que en su conjunto llegan a provocar un deterioro ambiental y pérdida de la diversidad biológica(Bocco et al., 2001)

4.2.4 Matriz de transición

Se realizaron las matrices de transición para analizar detalladamente la dinámica de cambio de la cobertura vegetal, esta implica la realización de una matriz de $n \times n$, que muestra la relación de cambio de un año al otro. En uno de los ejes se encuentran los tipos de vegetación y usos del suelo en el tiempo 1 (T 1), y en el otro eje, las mismas categorías para el tiempo 2 (T2), por lo que la diagonal principal de la matriz representa la superficie de cada clase que no sufrió transición durante el período considerado (zonas de persistencia), mientras

que las restantes celdas muestran la superficie de una determinada clase que mudó a otra (transiciones entre clases). (Balay D´Agosto, 2018)

4.3 Resultados

4.3.1 Categorías de cobertura y uso del suelo.

Se determinan las categorías de los mapas de cobertura y uso de suelo basados en la clasificación propuesta por el Ministerio del Ambiente Agua y Transición ecológica(Tabla 4.1)

Tabla 4.1 Categorías de los mapas de cobertura /uso de suelo.

	Uso/cobertura	Abreviación
1	Área sin cobertura vegetal	ASCV
2	Glaciar	GL
3	Mosaico Agropecuario	MA
4	Cuerpo de agua	CA
5	Páramo	PA
6	Plantación forestal	PF
7	Vegetación arbustiva	VA
8	Vegetación herbácea	VH

Elaborado por: los autores, (2021)

Tabla 4.2 Matriz de transición.

ASCV GL 1 2			Año 2018							
			MA	CA	PA	PF	VA	VH		
			3	4	5	6	7	8		
Año 2000	ASCV	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	GL	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	MA	30	31	32	33	34	35	36	37	38
	CA	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	PA	50	51	52	53	54	55	56	57	58
	PF	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	VA	70	71	72	73	74	75	76	77	78
	VH	80	81	82	83	84	85	86	87	88

Elaborado por: los autores, (2021)

De acuerdo a Vistín, (2018) los valores que se encuentran en diagonal corresponden a las hectáreas que se mantienen constante durante el lapso de tiempo en estudio(tabla 4.2) , los valores restantes permiten identificar el cambio de un uso de suelo a otro.

Tabla 4.3 Matriz de cambio uso de suelo Reserva de
Producción de Fauna Chimborazo.

Año 2018											
Año 2000		ASCV	GL	MA	CA	PA	PF	VA	VH	To- tal(2000)	Pérdida bruta
	ASCV	15234,0	234,45	81,2	1,98	5164,68	16,14	0,00	50,1	20782,55	5548,56
	GL	984,2	0	0,0	0	0,00	0	0,0	0,0	984,24	984,24
	MA	0,0	0	735,3	0	139,03	0	4,14	0,0	878,43	143,17
	CA	0,0	0	0,0	0	1,08	0	0,0	0,0	1,08	1,08
	PA	427,6	0	1821,5	0	26535,0	87,81	312,86	0,3	29185,06	2650,02
	PF	0,0	0	21,9	0	18,08	3,19	1,17	0,0	44,29	41,10
	VA	0,0	0	41,2	0	435,55	5,15	16,18	0,0	498,05	481,87
	VH	3,2	0	218,0	0	88,41	0,00	0,00	0,0	309,57	309,57
	Total(2018)	16649,0	234,45	2918,9	1,98	32381,8	112,29	334,35	50,4	52683,2	
	Ganancia bruta	1414,99	230,45	2183,7	1,98	5846,82	109,10	318,17	50,4		

Elaborado por: los autores, (2021)

Cada columna corresponde a las hectáreas totales de cobertura en 2018, cada fila corresponde a las hectáreas totales de cobertura en el año 2000.

De acuerdo conFarfán Gutiérrez et al., (2016) se agregan las columnas y filas que representan la ganancia, la pérdida y el intercambio entre categorías. La sumatoria de los valores de persistencia (indicados en la diagonal) establece que un total de 42523,7 ha no modificaron su categoría de ocupación lo que representa el 80.44% del total de la superficie de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo como se observa en la figura (4.3)

Con la información colocada en la matriz, se calcularon las ganancias y las pérdidas para realizar un estudio detallado de los cambios con base en la metodología de (Pontius et al., 2004). La ganancia (Gij) es la diferencia entre la fila del total del tiempo 1 (P + j) y la persistencia (Pij).

$$G_{ij} = P + j - P_{ij}$$

Asimismo, la pérdida (Lij) es la diferencia entre la columna del total del tiempo 2 (Pj+) y la persistencia (Pij).

$$L_{ij} = P_{it} + P_{ij}$$

Los totales de categorías representan la totalidad del área de estudio, además expresan los cambios y exponen los impactos y consecuencias que han alterado el paisaje del área de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

De acuerdo con (Farfán Gutiérrez et al., 2016) se agregan las columnas y filas que representan la ganancia, la pérdida y el intercambio entre categorías. La sumatoria de los valores de persistencia (indicados en la diagonal) establece que un total de 42523,7 ha no modificaron su categoría de ocupación lo que representa el 80,44% del total de la superficie de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

4.1.5 Análisis de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo periodo 2000-2018

Las áreas sin cobertura vegetal tuvieron una ganancia bruta de 1414,99 y una pérdida bruta de 5548,56, la zona de glaciar experimentó un incremento de 230,45 y una pérdida de 984,24. El mosaico agropecuario tuvo un incremento de 2183,7 ha y una pérdida de 143,17 ha. Los cuerpos de agua sufrieron una pérdida de 1,08 y una ganancia de 1,98 ha. El páramo tuvo una ganancia de 5846,82 y una pérdida de 2650,02, se incrementaron 109,10 ha de plantaciones forestales y 41,10 disminuyeron, en cuanto a la vegetación arbustiva se evidencia un importante incremento de 318,17 ha y una pérdida de 481,87 ha, la vegetación herbácea experimentó una ganancia de 50,4 y una pérdida de 309,57.

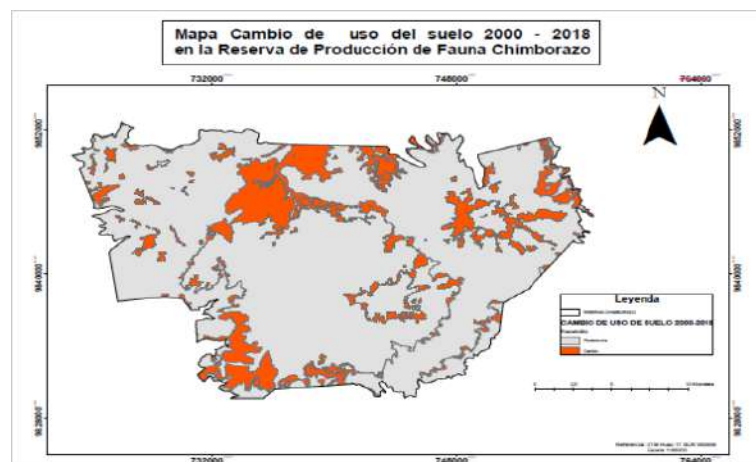
Figura 4.1 Cambio de uso de suelo transición de paramo a zona agrícola en el cantón Mocha.



Fuente: los autores, (2021)

La matriz de cambio muestra que el 19,28% de la superficie de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo equivalente a 10159,60 ha, apreció cambios en todas las categorías de suelo identificadas en el área de estudio. El cambio se manifiesta en pequeñas áreas concentrándose principalmente en la zona noroccidental. Las coberturas que manifestaron los mayores cambios respecto al año 2000 correspondieron a “área sin cobertura vegetal”, “paramo” y “mosaico agropecuario” como se observa en la Figura 4.2.

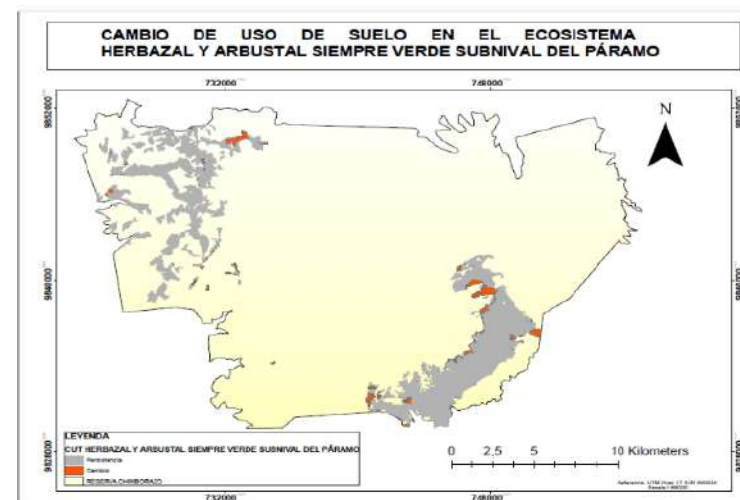
Figura 4.2 Mapa de cambio de uso de suelo 2000-2018



Elaborado por: los autores, (2021)

4.2.6 Análisis de cambio por ecosistemas

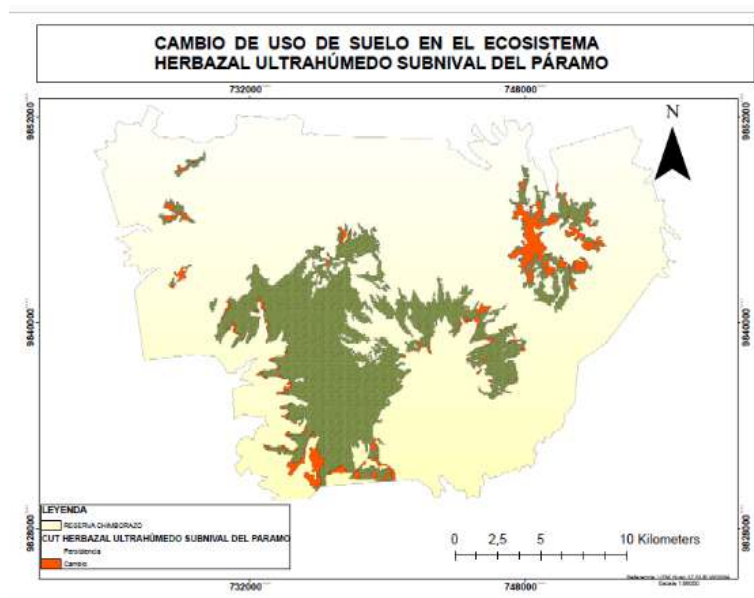
Figura 4.3 Cambio de uso de suelo del ecosistema Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo período 2000-2018.



Elaborado por: los autores, (2021)

El ecosistema herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo no modificó su categoría de ocupación significativamente apenas 381,1 hectáreas muestran cambio, en tanto que 5716,6 hectáreas conservan su categoría de ocupación (Figura 4.3).

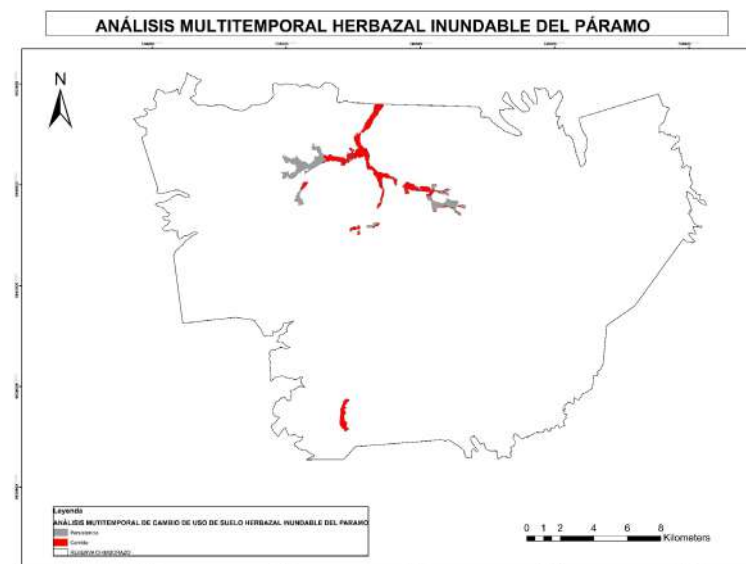
Figura 4.4 Cambio de uso de suelo en el ecosistema herbazal ultrahúmedo subnival del páramo período 2000-2018.



Elaborado por: los autores, (2021)

En el ecosistema Herbazal ultrahúmedo subnival del Páramo, se muestra un cambio de 13,3 hectáreas equivalente a 1476,4 hectáreas, el 86,7 % se mantiene su cobertura y uso de suelo lo cual corresponde a 9590,7 hectáreas (Figura 4.4).

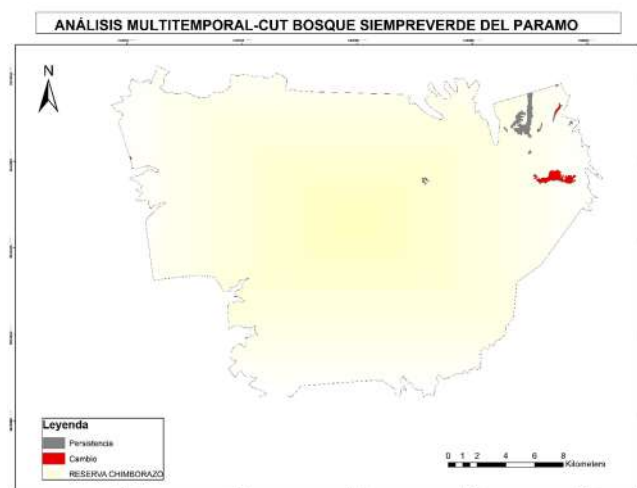
Figura 4.5 Cambio de uso de suelo en el ecosistema herbazal inundable del páramo período 2000-2018.



Elaborado por: los autores, (2021)

En el área de estudio confluyen diversos tipos de ecosistemas uno de los más importantes y amenazados es el ecosistema herbazal inundable del páramo pues 59,4 hectáreas muestran cambios en el uso del suelo que equivale a 59,4% de área total (Figura 4.5). Su importancia radica en las funciones ecológicas fundamentales que cumplen como reguladores de los regímenes hidrológicos y como hábitat de una muy rica biodiversidad, de flora y de fauna. Los humedales constituyen igualmente un recurso de gran importancia económica, cultural, científica y recreativa que debe ser conservado, mediante la utilización sostenible que permita a la humanidad hacer uso de los recursos naturales sin alterar las propiedades naturales del ecosistema.

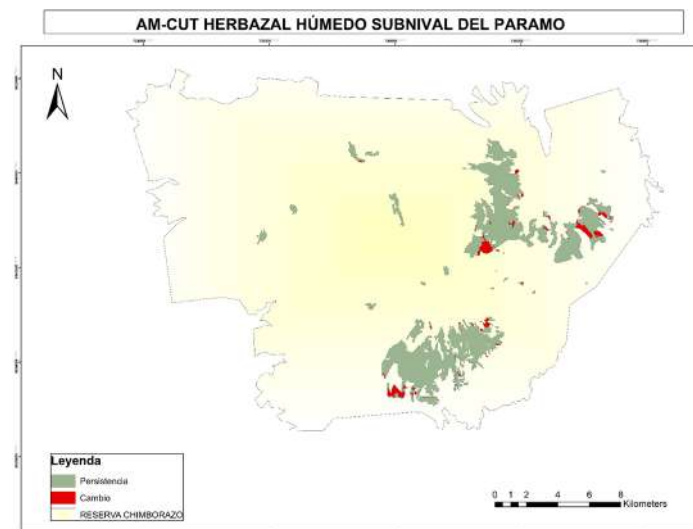
Figura 4.6 Cambio de uso de suelo en el ecosistema
bosque siempre verde del páramo período 2000-2018



Elaborado por: los autores, (2021)

El ecosistema Bosque siempre verde del páramo posee apenas 363 hectáreas en los límites del AP sin embargo el 39,2% cambio su categoría de uso equivalente a 142,4 hectáreas (Figura 4.6), lo cual recalca la importancia de generar acciones para la conservación de los ecosistemas de la RPFCH.

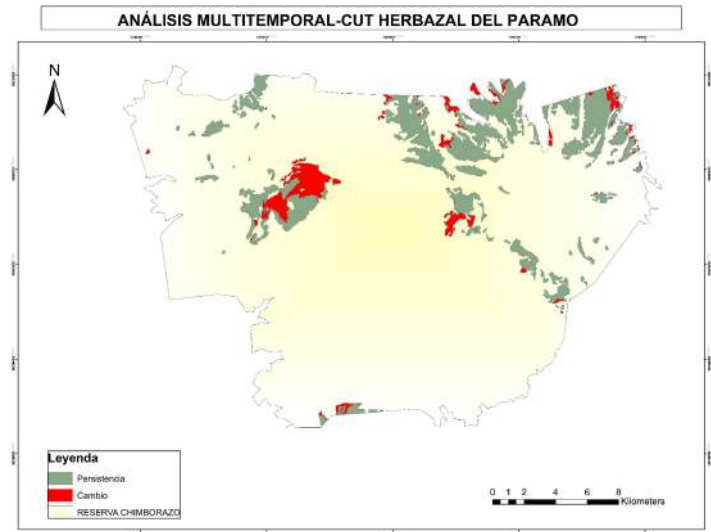
Figura 4.7 Cambio de uso de suelo en el ecosistema
herbazal húmedo subnival del páramo período 2000-
2018.



Elaborado por: los autores, (2021)

Es el ecosistema herbazal húmedo subnival del páramo el que menores cambios registra puesto que escasamente 6,4 hectáreas han transformado su categoría de uso, en tanto que un 93,6 se conserva intacto (Figura 4.7).

Figura 4.8 . Cambio de uso de suelo en el ecosistema herbazal del páramo período 2000-2018.



Elaborado por: los autores, (2021)

Por otro lado, en el ecosistema herbazal del páramo el 81,9 % correspondiente a 5118,7 registra la condición de persistencia, mientras un 18,1(1127,5) ha sufrido algún tipo de cambio (Figura 4.9).

Luego de un análisis global de cambio de uso de suelo basado en persistencia y cambio, se indica que los 8 tipos ecosistemas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo registran cambios significativos durante el periodo de tiempo en estudio, el ecosistema herbazal indudable del páramo ha sufrido transiciones importantes, 455,1 hectáreas se han visto modificadas

en tanto que el ecosistema Herbazal y Arbustal siempre verde subnival del Páramo ha conservado su estado en un 93,7 %(Tabla 4.4) de su área total.

Tabla 4.4 Matriz de cambio y persistencia

Ecosistema	Superficie	Persistencia	Cambio	%persistencia	%cambio
Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	2574,2	2031,7	542,6	78,9	21,1
Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	16366,4	12939,1	3427,3	79,1	20,9
Herbazal del páramo	6246,2	5118,7	1127,5	81,9	18,1
Bosque siempre verde del páramo	363	220,6	142,4	60,8	39,2
Herbazal húmedo subnival del Páramo	4162,6	3895,8	266,8	93,6	6,4
Herbazal inundable del Páramo	765,5	310,4	455,1	40,6	59,4
Herbazal ultrahúmedo subnival del Páramo	11067,1	9590,7	1476,4	86,7	13,3
Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo	6097,7	5716,6	381,1	93,7	6,3

Elaborado por: los autores, (2021)

La matriz de cambio por ecosistema representa el cambio y la persistencia presentado en cada ecosistema durante el lapso del tiempo de estudio, este proceso permite determinar la disminución de la cobertura vegetal y cuál es el ecosistema en mayor riesgo de

desaparecer por tanto los servicios ecosistémicos se verían seriamente comprometidos.

La formación vegetal Herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo se mantiene con el porcentaje más alto de persistencia alcanzando el 93,7% el ecosistema con herbazal inundable presenta apenas un 40, 6% de persistencia y un cambio de 59,4%, el herbazal, el ecosistema bosque siempre verde del páramo también registra un alto porcentaje de cambio alcanzando el 39, 2 % (Tabla 4.4). Los resultados corroboran lo mencionado por Jara et al., (2019) las zonas húmedas se encuentran en riesgo de desaparecer debido a factores antrópicos.

La matriz de cambio por ecosistema representa el cambio y la persistencia presentado en cada ecosistema durante el lapso del tiempo de estudio, este proceso permite determinar la disminución de la cobertura vegetal y cuál es el ecosistema en mayor riesgo de desaparecer.

La formación vegetal Herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo se mantiene con el porcentaje más alto de persistencia alcanzando el 93,7% el ecosistema con herbazal inundable presenta apenas un 40, 6% de persistencia y un cambio de 59,4%, el herbazal, el ecosistema bosque siempre verde del páramo también registra un alto porcentaje de cambio alcanzando el 39, 2 % (Tabla 4.4).

Los resultados corroboran lo mencionado por Jara

(Jara et al., 2019) las zonas húmedas se encuentran en riesgo de desaparecer debido a factores antrópicos.

Los cambios más significativos se presentan en la categoría páramo cuya ganancia para el año 2018 fue de 5846,82 hectáreas y una pérdida de 2650,2 hectáreas, por otro lado la categoría mosaico agropecuario tuvo una ganancia de 2183, 7 hectáreas y una pérdida de 143, 17 (Tabla 4.4), lo que concuerda con lo manifestado por (Rodríguez González & Morales De La Nuez, 2017; Romero et al., 2018) las zonas habitadas por las comunidades existe presencia agricultura y ganadería, no obstante se refleja una importante reducción en la categoría área sin cobertura vegetal, lo que indica que en determinadas zonas se ha originado la regeneración de páramo.

Se evidencia un cambio en todas las categorías de manejo definidas para la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, en referencia a los ecosistemas del área protegida el que presenta mayor afectación es el herbazal inundable del páramo cuyo porcentaje de cambio alcanza el 59,4 %, seguido del ecosistema bosque siempre del páramo 39,2.



CAPITULO V

Análisis aplicado al movimiento de masa
en la Reserva de Producción de Fauna
Chimborazo.

5.1 Introducción

Los movimientos de masa se encuentran entre los riesgos ambientales que ocurren con más frecuencia y con una mayor distribución geográfica (GEMMA, (2007), y por consiguiente sus consecuencias se presentan en áreas de diferentes dimensiones, en diferentes lapsos de tiempo y su impacto puede ser desde imperceptible hasta catastrófico (Pineda et al., 2011) carried out by two different procedures in an area of 6760ha in this region. The first procedure assessed landscape units by means of a sensitivity index, calculated as the ratio between the number of erosion scars within each unit and in the entire sector. The susceptibility rate ranged from 0 for the landscape unit 'colluvial-alluvial sediments' to 1.23 for the unit 'metatobas of El Chino and El Caño'. The second procedure was based on logistic regression and revealed that, in addition to lithology, the determinants of landslides in the evaluated sector are the relief type, the distance to the drainage system, the vegetation cover estimated through the normalized difference vegetation index (NDVI. De manera general los movimientos de masa y de manera particular los deslizamientos resultan de una interacción compleja entre factores naturales y en algunos casos los desencadena las acciones humanas.

Cada proceso de remoción de las masas tiene génesis y comportamientos distintos, por lo cual cada uno podrá ser influenciados por diversos factores de maneras y grados diferentes (Lara & Sepúlveda, 2008).

Existen varios factores que son condicionantes para la generación de los diferentes tipos de movimientos en masa estos a su vez generan factores condicionantes que son los que generan una situación potencialmente inestable, estos corresponden a la geología, geotecnia, y vegetación estas actúan controlando la susceptibilidad de una zona a generar fenómenos de remoción en masa (Marcano, 2016), donde la susceptibilidad se define como la capacidad o potencial de una unidad geológica o geomorfológica de ser afectada por un proceso geológico determinado (Albornoz, 2018).

Los factores desencadenantes son los que disparan o detonan la inestabilidad del terreno que puede ser naturales (precipitaciones normales o extraordinarias, variaciones de temperatura y sismos) y los antrópicos (deforestación, cortes de taludes para la construcción de carreteras, deficientes prácticas agrícolas y ganaderas etc.) (Marcano, 2016).

En el Ecuador ha sido usual que se conjuguen los fenómenos geodinámicos con agentes antrópicos y desencadenen una serie de eventos relacionados con procesos de inestabilidad (desprendimientos, derrumbes, deslizamientos, hundimientos y represamientos) con un alto grado de recurrencia. Las áreas de mayor amenaza se localizan en la región interandina en zonas de piedemonte sub andinas y parcialmente en el litoral cubriendo aproximadamente una superficie de 92 350 Km² equivalente al 30 % del territorio nacional

(SEMPLADES, 2014).

La inestabilidad de las zonas montañosas como es el caso de nuestra zona de estudio está ligada a las condiciones geológicas-estructurales y climáticas de la reserva Los escurrimientos de agua son muy importantes en el control de los deslizamientos a razón de las propiedades físicas que presentan los materiales involucrados (grado de retención de agua, susceptibilidad a deformaciones y variaciones volumétricas apreciables) además de los factores antrópicos (SNGR, 2019).

5.2 Método

La metodología por utilizarse en el presente estudio establece dos fases: la primera la recopilación de información y la segunda el análisis de las coberturas mediante herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

La fase de campo se llevó a cabo durante los meses de octubre y noviembre de 2019, donde se realizaron todas las actividades relacionadas con el levantamiento de la información de campo, que consistió básicamente en el análisis in situ de la situación de amenaza relativa ante deslizamientos de tierra, en los sitios que presentan condiciones favorables a la ocurrencia de deslizamientos, así como en lugares donde anteriormente habían ocurrido ciertas actividades con el fin de verificar el estado de estos, y de esta manera analizar el peligro potencial que representa para las comunidades de la reserva.

5.2.1 Metodología temática método heurístico geomorfológico

El modelo metodológico utilizado para obtener el mapa de ocurrencia de deslizamientos de tierra se basó en la utilización del método heurístico geomorfológico, el cual consiste en la realización de un análisis espacial de coberturas temáticas con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica, ya que por medio de esta herramienta es posible obtener la zonificación de amenazas para una condición particular y modelar diferentes escenarios por medio de análisis espacial con los parámetros establecidos para ello se utilizó las variables geomorfología, geología, cobertura vegetal, textura, precipitación y pendientes a las cuales se les asigno ponderaciones dependiendo de la relación que tienen con dichos movimientos.

Tabla 5.1. Factores de Susceptibilidad a los movimientos de masa

Variable	Indicadores	Peso máximo para el análisis
Geomorfología	Relieve	15
Cobertura vegetal	Tipo de cobertura	15
Textura	Textura	15
Precipitación	Precipitación	20
Geología	Litología (tipo de roca)	10
Pendientes	Pendiente	25

Elaborado por: Levoyer, 2016

Los factores analizados se los representa en los siguientes cuadros con sus respectivas ponderaciones

según sea el caso y la importancia dada a cada uno, tenemos así la pendiente (tabla 5.2) que se le pondera con un peso máximo de 25 debido a que por sus diversas inclinaciones se despliegan los movimientos en masa, de esta forma se puede determinar los puntos con mayor riesgo con solo fijarse en el grado de inclinación que estas posean.

Tabla 5.2 Factor Morfometría - Pendiente

Pendiente	Descripción	Ponderación	Clase
0 - 12	Ligera	0,5	1
13 - 25	Suave	0,8	2
26 - 40	Moderada	1,2	3
41 - 70	Fuerte	1,7	4
>70	Muy fuerte	2	5

Elaborado por: Levoyer, 2016

Para el factor precipitación de igual forma se da un peso ponderado de 20 (Tabla 5.3) ya que este es el principal factor contribuyente o detonante para que se susciten los movimientos en masa, este afecta directamente a la inestabilidad de las laderas.

Tabla 5.3 Precipitación

Precipitación	Ponderación	Clase
<500	0,5	1
500 - 1 000	1,0	2
1 000 - 2 000	1,5	3
>2 000	2	4

Elaborado por: Levoyer, 2016

En factor cobertura vegetal se pondera con un peso de 15 por el tipo de suelo y vegetación presente (Tabla 5.4). El hecho de no tener vegetación en un área implica un riesgo representativo ya que no hay el medio indispensable para detener el flujo de lodo o rocas que se encuentran presentes en el sitio ya que la vegetación constituye uno de los componentes del medio físico de mayor importancia cuando se trata de movimientos de masa.

Tabla 5.4 Factor cobertura vegetal-tipo y uso de suelo

Vegetación	Ponderación	Clase
Bosque	0,5	1
Arbustivo	0,8	2
Forestal	1,2	3
Cultivo	1,8	4
Sin vegetación	2	5

Elaborado por: Levoyer, 2016

El factor suelo es ponderado con un valor de 15, (Tabla 5.5) ya que, de igual forma, determina las áreas susceptibles a movimientos en masa y según el tipo de suelo y textura se determina ciertas áreas más propensas que otras, el suelo es un elemento natural complejo que presenta variantes dependiendo de la región geográfica y de las transformaciones que el ser humano aplique sobre el mismo, el cual es un factor contribuyente para que se intensifique el proceso de movimientos en masa.

Tabla 5.5 Factor Suelos - Textura

Suelos	Ponderación	Clase
Arenoso	0,5	1
Franco - arenoso	1	2
Franco - limoso	1,5	3
Franco	2	4

Elaborado por: Levoyer, 2016

El factor Geológico se lo pondera con un peso de 10 (Tabla 5.6) ya que en este escenario importa la litología que abarca el estudio de la composición, estructura, propiedades físicas, dinámica e historia de los materiales terrestres, así como los procesos que producen cambios en su forma y composición.

Tabla 5.6 Factor Geología-Litología

Litología	Ponderación	Clase
Andesita, piroclastos	0,2	1
Lava con amigdaloides, basalto con amigdaloides, depósito aluvial, depósito lagunar de ceniza, gneis, rocas intrusivas indiferenciadas, depósito fluvio glacial, piroclastos, no aplicable	0,4	2
Depósito coluvial, conglomerado volcánico, arenisca volcánica a limolita volcánica	0,8	3
Ceniza, lapilli de pómez	0,7	4
Cangahua	1	5

Elaborado por: Levoyer, 2016

En cuanto al factor geomorfológico se lo ha ponderado con un peso de 15 (Tabla 5.7), este estudia las formas del

terreno es decir su relieve siendo este el resultado de la interacción de fuerzas endógenas y fuerzas exógenas; es de gran importancia debido a que estudia el papel de la corteza terrestre y su influencia sobre los asentamientos y actividades humanas.

Tabla 5.7 Factor Geomorfológico - Relieve

Relieve	Descripción	Ponderación	Clase
1240-1776	Suave	0,2	1
1776-2312	Bajo	0,3	2
2312-2848	Mediano	0,6	3
2848-3384	Alto	0,8	4
3384-3920	Muy alto	1	5

Elaborado por: Levoyer, 2016

5.3 Resultados

5.3.1 Factor suelo textura

A través del análisis cartográfico en lo referente a la textura del suelo en la Reserva de producción de fauna Chimborazo se ha determinado 6 categorías (Arenoso, Franco arenoso, Franco limoso, Franco, Sin información, Nieve) dentro de las cuales se establece cuatro clases texturales (Figura 5.1), al tratarse de una zona con

dos volcanes se encontró sitios donde no se registra información según los shapes analizados de INFOPLAN 2014 y la última categoría corresponde al glaciar de los dos volcanes.

De las 52563 ha que conforman la reserva el suelo arenoso tiene una extensión de 11 098,27 ha mientras que para franco arenoso se tiene un área de 11 100,09 ha de igual forma la textura franco limoso ocupa 25 638,37 ha y la clase franco 4 889,76 ha, no obstante, también se determinó áreas sin información que corresponden a 334,37 ha y zonas de nieve de 5 498,54 (Tabla 8).

Figura 5.1 Porcentaje de ocupación del territorio basado a las clases texturales

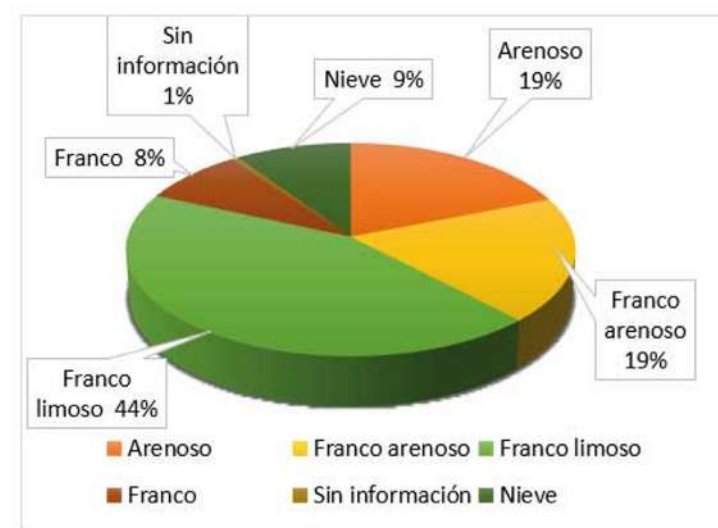
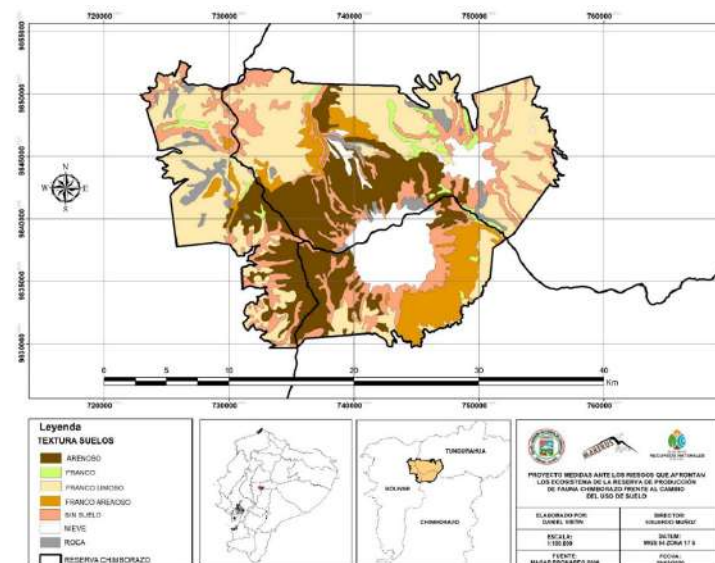


Figura 5.2 Materialización de polígonos de las clases texturales en el software Arc Gis 10.8

Arenoso	Franco	Franco arenoso	Franco limoso	Sin información	Nieve
1479462,92	1949320,79	301686,29	200652,62	422123,66	18393398,76
4485401,82	568809,09	1211135,57	227652,15	374007,75	36591969,78
1181759,36	1225374,80	1290826,12	9440180,77	2553643,76	
536805,08	2171501,50	5300478,45	9161101,45		
221091,20	2209256,16	701018,53	1650350,72		
1152058,08	5187093,63	370517,63	6420878,43		
1347344,23	5908169,21	244541,15	8435672,28		
29322,50	29678093,17	1296458,18	5815770,35		
593442,05		9899283,51	5484920,46		
328050,48		2207537,56	5201987,64		
409590,36		2270647,41	9659232,67		
270563,80		9712018,59	4469174,54		
7898297,00		4386378,89	1666582,10		
26689101,91		41943009,88	1793183,20		
64360363,15		13832722,25	1574680,21		
		2589471,97	7219487,08		
		13443210,07	8521500,30		
			6890892,78		
			16911439,00		
			33114567,01		
			72438150,91		
			24576365,30		
			15509241,66		
110982653,92	48897618,35	111000942,06	256383663,63	3349775,17	54985368,54
11098,27	4889,76	11100,09	25638,37	334,98	5498,54

Elaborado por: Los autores, (2021)

Figura 5.3 Clases texturales de la Reserva de producción de fauna Chimborazo,



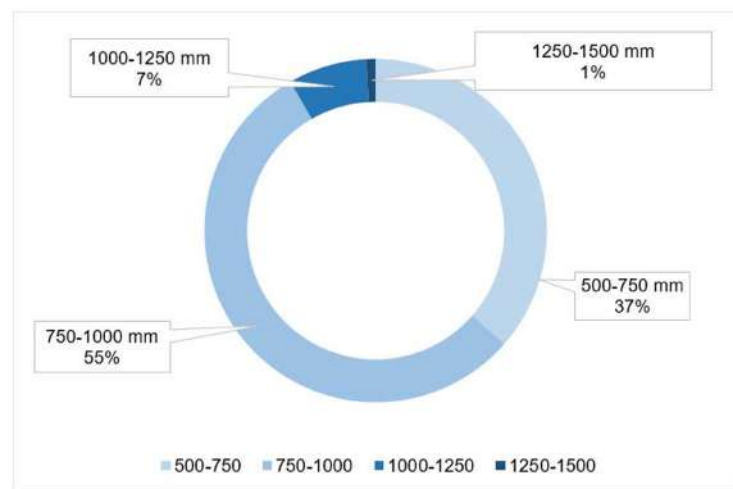
Elaborado por: los autores, (2021)

5.3.2 Precipitaciones

Una vez que se ha procesado la información cartográfica referente a las precipitaciones en la reserva se ha establecido cuatro rangos con ayuda de líneas isoyetas (Figura 5.4) en base a cartografía de INFOPLAN, abarcando diferentes áreas del territorio en estudio donde la categoría 500 - 750 mm ocupa una extensión de 21 338,98 ha mayoritariamente en territorio de la provincia de Tungurahua mientras que para 750 - 1 000 mm un área de 32 365,90 ha que se sitúa principalmente en territorio de la provincia de Chimborazo de igual

forma 1 000 - 1250 mm corresponde 4 341,95 ha que ocupa el territorio en la provincia de Bolívar y de 1 250 - 1 500 mm 513,17 ha de igual forma en Bolívar.

Figura 5.4 Porcentaje de territorio ocupado en base a la precipitación



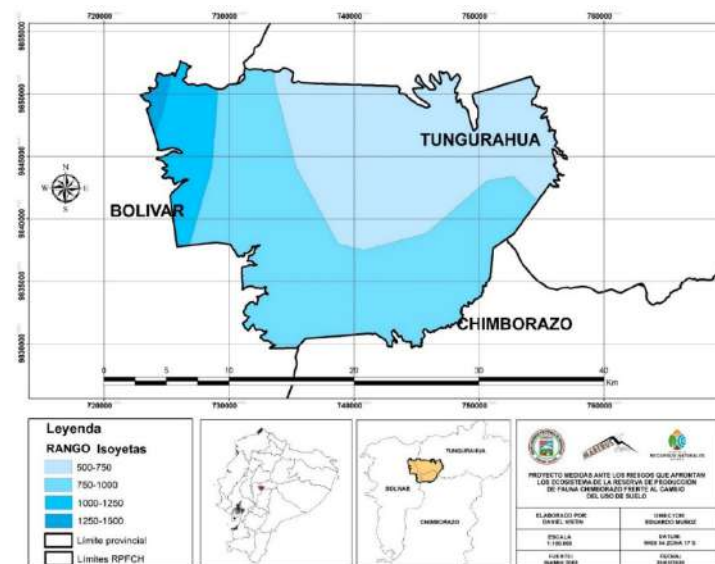
Elaborado por: los autores, (2021)

Tabla 5.8 Materialización de polígonos de las precipitaciones en el software Arc Gis 10.8

Rango (mm)	Área
500 - 750	21338,98
750 - 1000	32365,90
1000 - 1250	4341,95
1250 - 1500	513,17

Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 5.5 Áreas de precipitación de la Reserva de producción de fauna Chimborazo



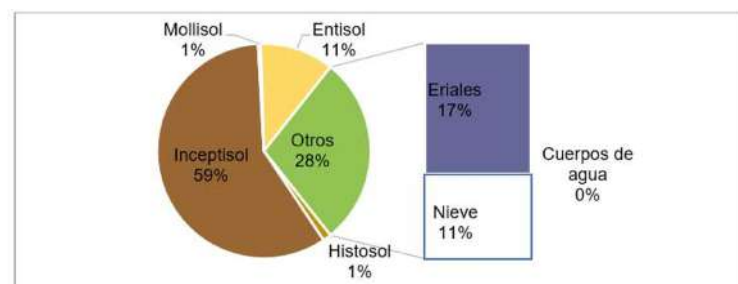
Elaborado por: los autores, (2021)

5.3.3 Taxonomía del suelo

Como resultado del procesamiento de los shapes analizados según la base de datos de INFOPLAN se determinó siete categorías dentro de la reserva (Figura 5.6), la clase Histosol ocupa una extensión de 752,81 ha que se ubican cerca de las estribaciones del volcán Carihuairazo y en la parte noroeste del área protegida mientras que para la clase Inceptisol le corresponden 34 293,03 ha que se sitúan en la mayoría del territorio,

para la clase Mollisol un área de 222,01 ha esta franja se ubica en la parte noreste de la reserva y la clase Entisol se extiende por 6 559,25 ha situándose en las estribaciones del volcán Carihuairazo y Chimborazo.

Figura 5.6 Taxonomía de los suelos de la reserva de producción de fauna Chimborazo



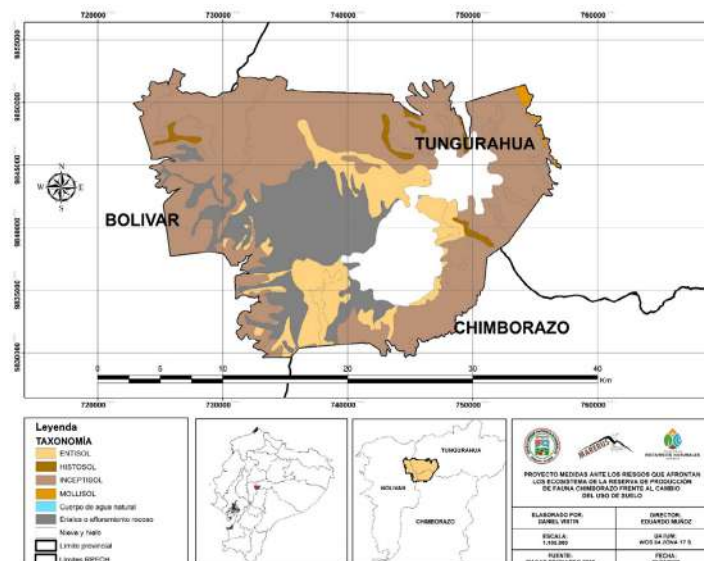
Elaborado por: los autores, (2021)

Tabla 5.9 Materialización de polígonos de la taxonomía de los suelos

Taxonomía	Área	Porcentaje
Histosol	752,81	1,29
Inceptisol	34 293,03	58,56
Mollisol	222,01	0,38
Entisol	6 559,25	11,20
Eriales	10 135,90	17,31
Cuerpos de agua	28,03	0,05
Nieve	6 568,98	11,22

Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 5.7 Taxonomía de los suelos de la reserva de producción de fauna Chimborazo



Elaborado por: los autores, (2021)

5.3.4 Uso y cobertura del suelo

En cuanto al uso del suelo de la reserva presenta un mosaico de vegetación correspondiente en su mayor parte a ecosistema de páramo y relictos de formaciones de vegetación andina achaparrada tanto arbórea como arbustiva, típica de climas rigurosos caracterizados por fuertes vientos y heladas, este relictos de flora achaparrada únicamente permanece en los sitios escarpados, en quebradas o sobre microcuencas, y en las faldas del Carihuairazo (MAE, 2014b).

Las 52683 ha que conforman la reserva está ocupada

por ocho formaciones vegetales (Tabla 5. 10), las cuales representan el 81,34 % del territorio y el 18,66 % restante abarca zonas como eriales y afloramientos rocosos, nieve y cuerpos de agua (Figura 5.8).

Figura 5.8 Uso de suelo de la Reserva de producción de fauna Chimborazo

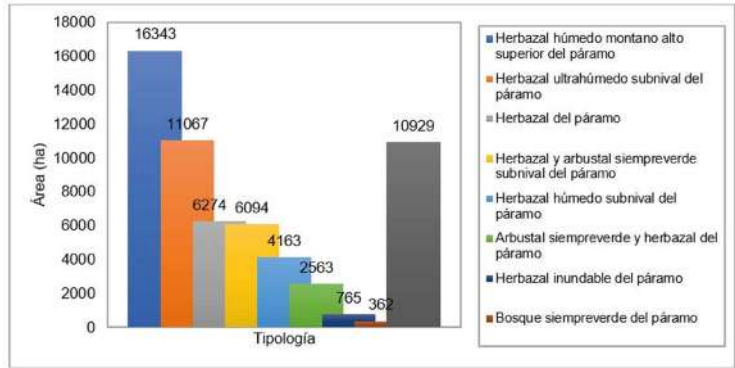
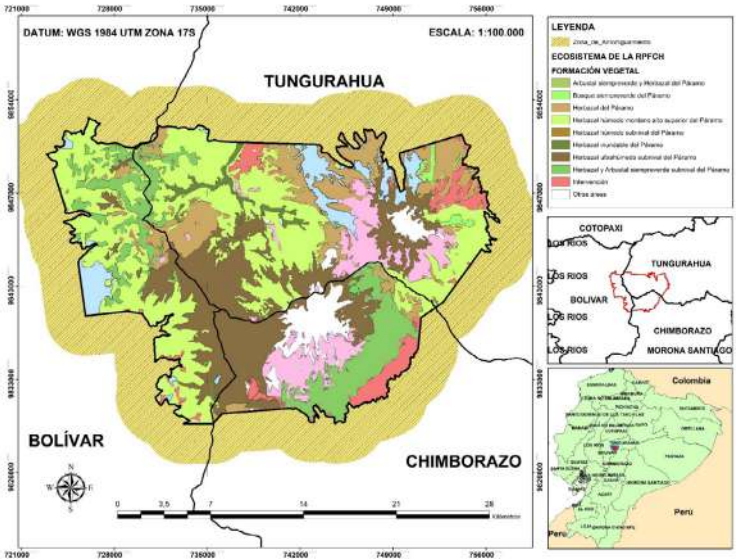


Tabla 5.10 Materialización de polígonos de uso de suelo

Uso de suelo	Área (ha)
Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	16343
Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo	11067
Herbazal del páramo	6274
Herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo	6094
Herbazal húmedo subnival del páramo	4163
Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	2563
Herbazal inundable del páramo	765
Bosque siempreverde del páramo	362
Otros	10929

Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 5.9 Uso de suelo de la reserva de producción de fauna Chimborazo



5.3.5 Pendientes

Una vez que ha concluido el procesamiento de los shapes de pendientes de la base de datos de INFOPLAN se ha determinados seis categorías relacionadas con el grado de inclinación (Figura 5.10) que corresponden a muy baja (0 – 5), baja (5 – 12), ligera (12 – 25), moderada (25 – 50), fuerte (50 – 70) y muy fuerte (70 – 90) de las cuales 442,63 ha corresponden a muy baja, 3 106,82 ha a baja, 11 431,15 a ligera, 11 443,15 ha a moderada, 12 035,54 ha a fuerte y 9 507,67 ha corresponden a muy fuerte (Tabla 5.11), y una extensión de 10 593,04 ha que está ocupada por eriales y afloramientos rocosos, cuerpos de agua y nieve.

Los resultados obtenidos de las pendientes en la reserva se presentan de una forma equitativa en cuanto al área se refiere ya que como se puede evidenciar en la figura 5.11 todas las categorías están distribuidas en toda el área de estudio ya que la misma posee formas particulares desde llanuras hasta paredes de rocas producto de la actividad geológica.

Figura 5.10 Rangos de pendientes de la Reserva de producción de fauna Chimborazo

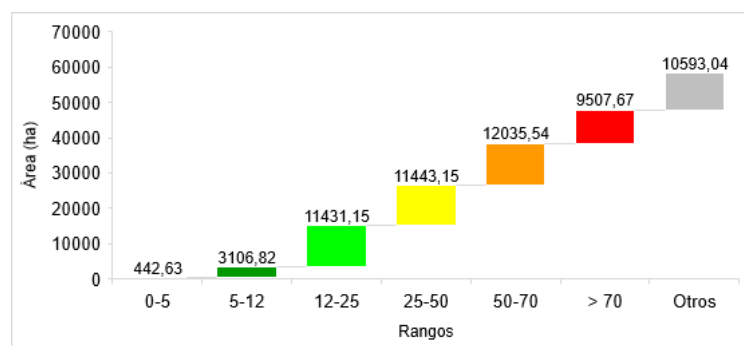
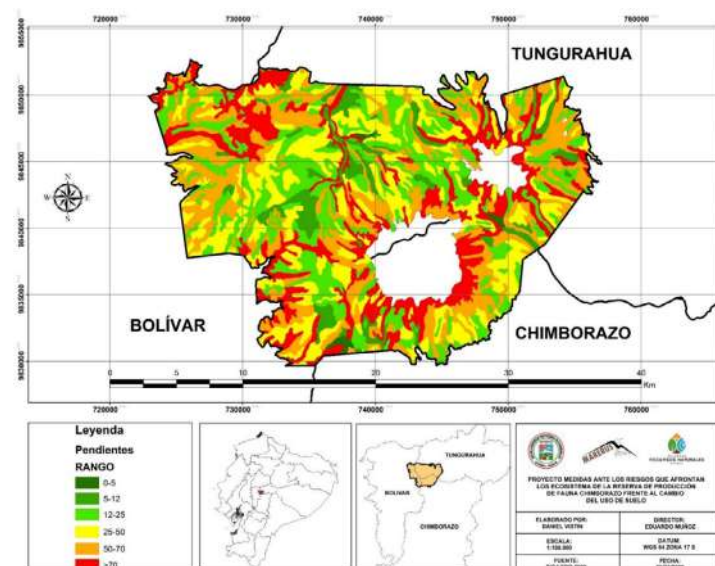


Tabla 5.11 Materialización de polígonos de pendientes

Rango	Área (ha)
0-5	442,63
5-12	3106,82
12-25	11431,15
25-50	11443,15
50-70	12035,54
> 70	9507,67
Otros	10593,04

Elaborado por: Los autores, (2021)

Figura 5.11 Pendientes de la Reserva de producción de fauna Chimborazo



5.3.6 Geología

En la reserva de producción de fauna Chimborazo mediante el tratamiento de shapes de la base de datos de INFOPLAN a escala 1: 100.000 se determinó que dentro de sus límites existen cuatro litologías bien marcadas (Figura 5.13), dentro de las cuales la andesita se encuentra en las estribaciones de los volcanes Chimborazo y Carihuirazo cubriendo una extensión de 11 280,95 ha mientras que la Toba se encuentra en su mayoría en las laderas (faldas) del volcán Chimborazo y ocupan una extensión de 16 575,48 ha, de igual forma el depósito glacial se encuentra alrededor de los dos volcanes con

una extensión mayor en el Carihuairazo que suman 6 753,36 ha y finalmente la andesita – aglomerado se sitúa al oeste de la reserva en la provincia de Bolívar cuya extensión es de 13 653,52 ha (Figura 5.12).

Figura 5.12 Litologías de la Reserva de producción de fauna Chimborazo

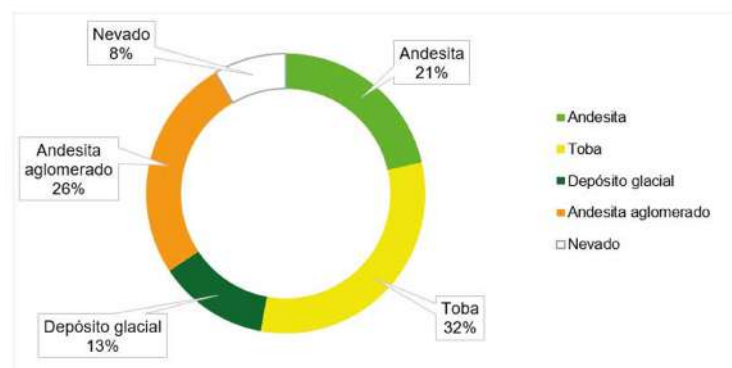
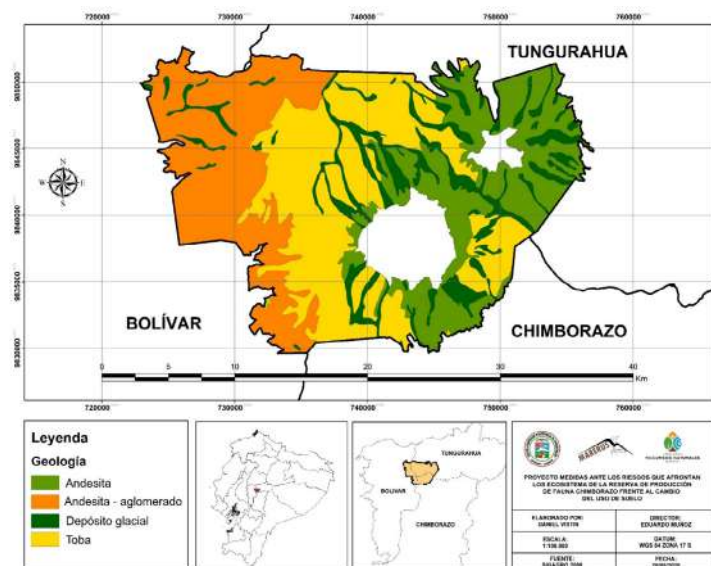


Tabla 5.12 Materialización de polígonos de la litología

Litología	Área
Andesita	11280,95
Toba	16575,48
Depósito glacial	6753,36
Andesita - aglomerado	13653,52
Nevado	4418,76

Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 5.13 Representación cartográfica de la litología de la reserva de producción de fauna Chimborazo



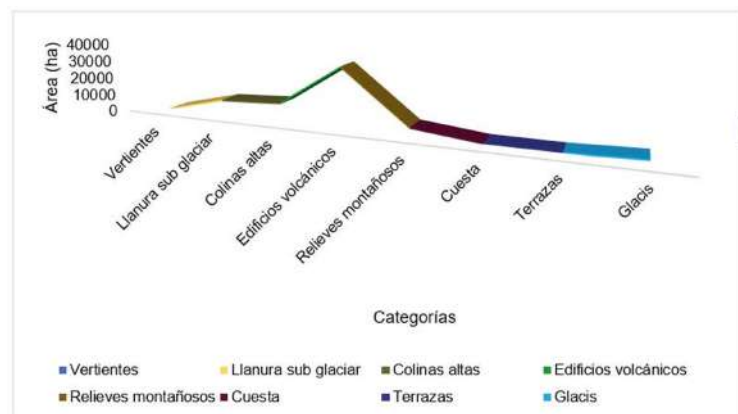
Elaborado por: los autores, (2021)

5.3.7 Geomorfología

Para determinar la geomorfología de la reserva se elaboró un modelo digital de elevaciones con la ayuda de las curvas de nivel y con cartografía que proporciona INFOPLAN para determinar a escala meso-geomorfología donde se obtuvo ocho categorías (Figura 5.14), De esta manera se determinó además la extensión que ocupa cada una de ellas (Tabla 5.13), donde se establece que la categoría vertientes ocupa 149,96 ha, Llanuras sub glaciares 8 647,42 ha, Colinas altas 10 372,17 ha, Edificios volcánicos 33 583,77, Relieves

montañosos 4 253,49 ha, Cuesta 234,10 ha, Terrazas 10,50 ha y Glacis 1 308,86

Figura 5.14 Litologías de la Reserva de producción de fauna Chimborazo



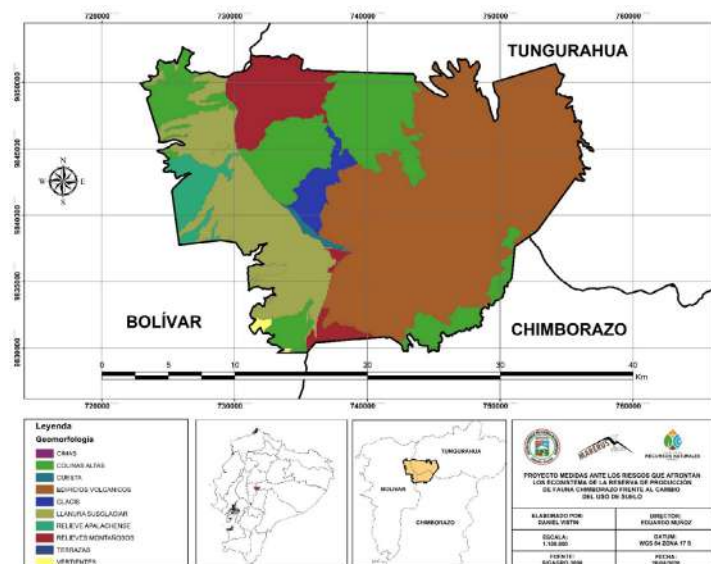
Elaborado por: los autores, (2021)

Tabla 5.13 Materialización de polígonos de geomorfología de la RPFCH

Geomorfología	Área
Vertientes	149,69
Llanura sub glaciar	8647,42
Colinas altas	10372,17
Edificios volcánicos	33583,77
Relieves montañosos	4253,49
Cuesta	234,1
Terrazas	10,5
Glacis	1308,86

Elaborado por: Los autores, 2021.

Figura 5.15 Representación cartográfica de la geomorfología de la reserva de producción de fauna Chimborazo



Elaborado por: los autores, (2021)

5.3.8 Movimientos en masa

Esta representación cartográfica final elaborada mediante una algebra de mapas representa la susceptibilidad del terreno a movimientos en masa en la reserva de producción de fauna Chimborazo en el cual se visualiza la alta susceptibilidad que existe en el terreno a medida que se superponen las capas de pendientes, precipitaciones, cobertura vegetal, textura del suelo, taxonomía, geomorfología y geología.

De la metodología usada podemos decir que los

factores desencadenantes como la precipitación y el cambio de uso de suelo acompañada de fuertes pendientes aumentar significativamente la peligrosidad principalmente en las áreas donde la coloración se torna de color rojo (Figura 5.17), de igual manera, se debe evaluar la ocurrencia en el tiempo y las consecuencias de los procesos de movimientos en masa sobre las estribaciones de los volcanes y en sitios escarpados donde hay asentamientos humanos para prevenir desastres a futuro esto obedecerá mucho al nivel de conocimiento que se tenga sobre datos e información de situaciones ya ocurridas, ya que se corre el riesgo de que se vuelvan a suscitar de la misma manera o a mayor escala.

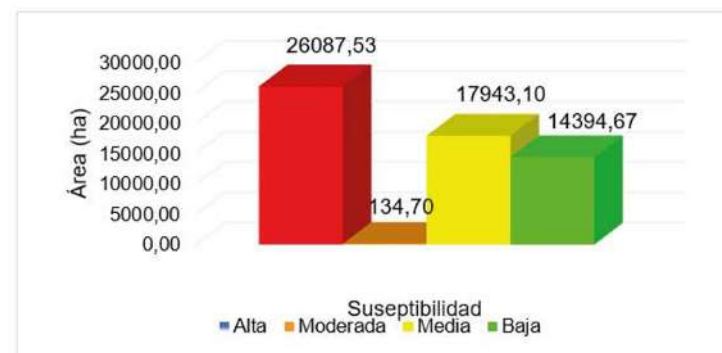
Figura 5.16 Movimiento de masa en la via Riobamba a Guaranda



Fuente: los autores, (2021)

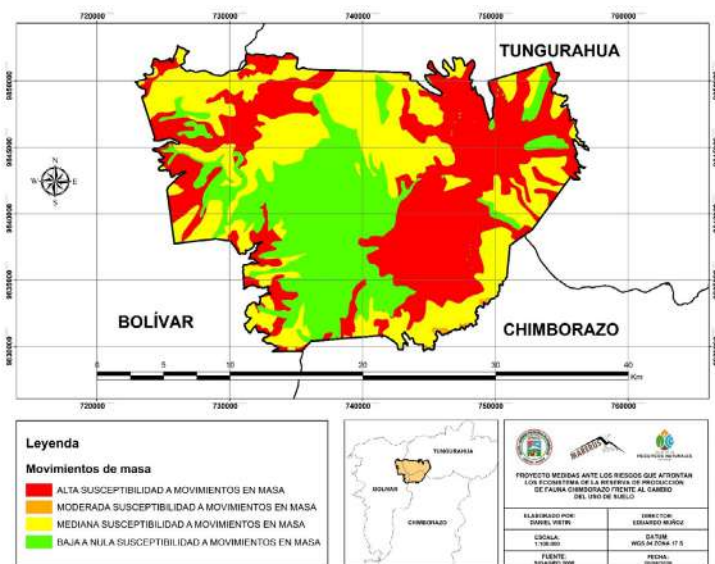
La susceptibilidad de los movimientos en masa y deslizamientos se presentan de la siguiente manera: La categoría alta representa el 44,55 %, moderada el 0,23 %, Media 30.64 % y baja un 24,58 %.

Figura 5.17 Movimientos de masa de la Reserva de producción de fauna Chimborazo



Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 5.18 Representación cartográfica de las áreas susceptibles a movimientos de masa de la reserva de producción de fauna Chimborazo



Elaborado por: los autores (2021)

CAPITULO VI

Estudio hídrico de la Reserva de
Producción de Fauna Chimborazo
mediante técnicas estadísticas
descriptivas.

6.1 Introducción

El nivel de agua en el mundo es constante, y se encuentra en diferentes estados que están repartidos diversamente por el mundo, llegando a ser de aproximadamente 1 360 millones de km^3 de los cuales 29,2 millones de km^3 se encuentran en estado sólido es decir en forma de hielo en los glaciares y 8,4 millones de km^3 se encuentra en forma líquida en agua subterránea y de humedad contenida en el suelo, del total de agua repartida en el mundo solamente 40 000 km^3 de agua corresponden a agua dulce la misma que se la puede encontrar en lagos, ríos y humedad atmosférica (WWAP, 2019).

La región de América Latina y el Caribe es considerada una zona del planeta que posee abundancia de recursos hídricos. Efectivamente, la región cuenta con una precipitación media anual de 1.600 milímetros y una esorrentía media de 400 mil metros cúbicos por segundo, concentra aproximadamente un tercio de los recursos hídricos mundiales. (CEPAL, 2018)

En el caso de Ecuador la disponibilidad de agua de todos los sistemas hidrográficos es de 432 $\text{km}^3/\text{año}$, cuenta con 31 sistemas hidrográficos de los cuales 24 pertenecen a la vertiente del Pacífico y 7 a la vertiente del Amazonas a la vez estos sistemas están divididos en 79 cuencas hidrográficas de las cuales 72 cuencas son vertientes del Océano Pacífico y abarcan el 88 % de la

población. Mientras que siete cuencas pertenecen a la vertiente del Amazonas y abarcan el 12 % de la población (CEPAL, 2016).

Entre tanto la producción del agua para el Ecuador fue de 291 litros/por persona al año por el contrario el consumo total en el mismo periodo de tiempo fue de 201/litros/persona al año (CEPAL, 2016). Evidentemente el consumo de agua en el país es menor a la producción de la misma esto gracias a que el país se encuentra en la zona tropical, por la presencia de los andes (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2010), y a la vegetación que dispone el país (Hamilton, 2009).

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo provee varios servicios ambientales uno de ellos y el más indispensable para la supervivencia de las comunidades y poblaciones adyacentes es el sistema hídrico debido a que proporciona agua a la población la misma que es utilizada en diferentes actividades de subsistencia y socioeconómicas. El recurso hídrico proveniente de esas provincias es indispensable para el desarrollo de actividades diarias de la sociedad poniendo el caso de la provincia de Tungurahua, los recursos hídricos para riego y consumo, provenientes de los nevados Carihuairazo y Chimborazo benefician con los principales ríos y vertientes que nacen de esta reserva beneficiando a miles de habitantes por donde fluye sus causas. El aporte hídrico de los humedales y vertientes de la RPFCH se evidencia en los casi 5 m³/s autorizados por SENAGUA

hasta el año 2017 para diversos usos y aprovechamientos sociales (Romero et al., 2018)

Como se observa los recursos hídricos que nacen desde los páramos se ven expuestos a varios problemas uno de ellos fue el anteriormente mencionado que tiene que ver directamente con las acciones de los individuos en el uso y aprovechamiento de este recurso natural, el problema que actualmente se encuentra afectando al servicio ambiental hídrico que brinda la RPFCH al igual que las otras reservas hídricas del país es la falta de presupuesto estatal asignado anualmente para su cuidado y conservación, es decir el estado no invierte lo necesario que se requiere para hacer una protección y conservación real (García, 2019).

6.2 Influencia de los glaciares sobre la hidrología nacional y local

La pérdida de volumen en los glaciares de esta región ha sido significativa en las últimas décadas y probablemente continuará sucediendo en el contexto de cambio climático. En la actualidad, Ecuador ha perdido un 50% aproximadamente de la cobertura glaciar de los nevados desde mediados de la década del 50. Según el Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE) en el año 1990 la cobertura de hielo en Ecuador correspondía a 97,2 km². Siete años más tarde pasó a 60,7 km², en el 2010 se redujo a 48 km² y en la actualidad es de aproximadamente 43,5 km² (Schoolmeester et al., 2018).

Figura 6.1. Deshielo del nevado Chimborazo, sector Condor Cocha



Fuente: los autores, (2021)

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI,) afirma que la amenaza más inminente se cierne sobre el glaciar del volcán Carihuairazo, en la provincia del Chimborazo donde el 96% de la superficie glaciar de este volcán se ha derretido en un periodo de 63 años contribuyendo a los registros obtenidos en el 2018 donde se estableció a nivel nacional una pérdida del 53% de cobertura glaciar en promedio, advierte que es difícil predecir el futuro de los glaciares porque las condiciones climáticas en la actualidad son muy variables. La pérdida de masa de los glaciares del siglo XXI se rige en gran medida por la respuesta del glaciar al cambio climático del siglo XX, este cambio

afecta principalmente a los glaciares bajos como es el caso del Volcán Carihuairazo, no obstante, los cambios hipsométricos influyen en mayor medida en la pérdida de glaciar (Marzeion et al., 2013).

En cuanto al glaciar del volcán Chimborazo es el segundo más grande del Ecuador detrás del Antisana con 20,24 km² de cobertura glaciar (Francou et al., 2013) el cual debido a efectos del aumento de la temperatura global ha retrocedido un 21% entre 1986 y 2012 (La Frenierre & Mark, 2017) lo cual afecta negativamente a los ríos que se forman como consecuencia del derretimiento del glaciar, tres de las 17 microcuencas que nacen del glaciar tienen agua permanentemente. Debido a esto se explica el aumento o la disminución disponibilidad de agua superficial en la zona dando origen a uno de los sistemas de riego más importantes como es el canal Las Abras que toma las aguas del río Mocha que se origina en la reserva (MAE, 2014b).

Además también La Frenierre & Mark, (2017) afirman que se presentará con el aumento de la temperatura del planeta un desequilibrio hídrico debido a que se verá afectada no solo el agua superficial sino además la infiltrada que da origen a las vertientes en zonas más bajas del volcán en la reserva. Se espera por tanto a largo plazo una reducción de la disponibilidad de agua para las comunidades cercanas al volcán como efecto del cambio climático y la reducción del volumen del glaciar.

6.3 Proceso metodológico

6.3.2 Métodos: participativo - histórico - Científico

6.3.2.1 Participativo

Es importante tomar este método debido a que garantiza el avance del estudio tomando en consideración los saberes de las comunidades que se asientan dentro de la reserva integrando a todos los involucrados en el estudio, ésta integración alcanza un nivel de investigación completo ya que abarca el criterio de todas las personas involucradas en el área protegida, de esta manera analizar los datos históricos para determinar la variabilidad del caudal de agua y mediante estos resultados tomar las decisiones con respecto a su estado actual y su conservación.

Figura 6.2 Integrantes del equipo MARERUS junto a funcionarios del Ministerio del Ambiente y Transición ecológica (MAATE) y pobladores de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo



Fuente: los autores, (2021)

6.3.2.2. Histórico

Este método describe o representa una búsqueda crítica de los acontecimientos pasados, en este caso la toma de datos de los caudales en puntos de monitoreo por parte del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) los cuales servirán para conocer los cambios que se han desarrollado en el transcurso del tiempo a partir de los primeros registros y los actuales lo cual permitirá determinar cuantitativamente la posible disminución del caudal de agua y sus posibles causas.

6.3.2.3 Científico

Debido a la falta de estudios efectuados con respecto a la afectación e influencia del cambio climático en ecosistemas altoandinos en el Ecuador y de manera específica sobre el derretimiento de los glaciares de los volcanes Chimborazo y Carihuairazo es necesario el uso de herramientas tecnológicas que permitan procesar los datos obtenidos en campo y extrapolar los resultados hacia zonas donde no se tienen registros de esta manera poder materializar la disponibilidad de agua en la reserva y su variabilidad a través del tiempo. Para esto se utilizó los SIG y el software Arc Gis 10.8 más la información cartográfica de INFOPLAN (Sistema de Información para la Planificación) con la cual se delimito el sitio que es objeto de estudio.

Para determinar la variabilidad de los caudales de agua se tomo los datos obtenidos de los años 2014 y 2019

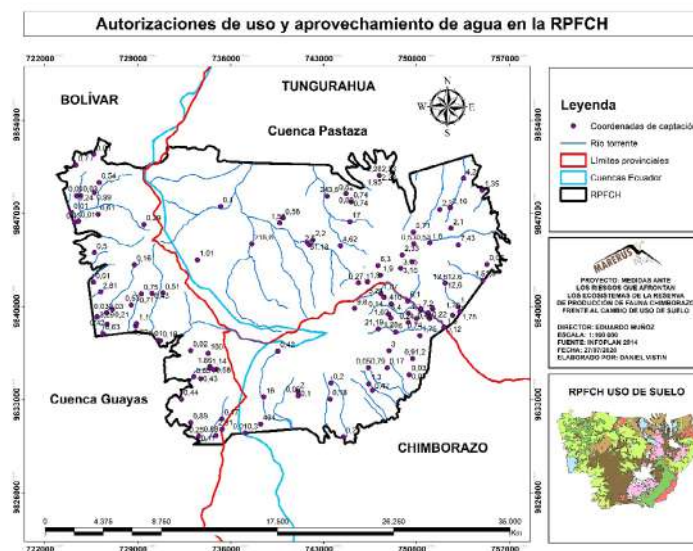
en un lapso de cinco años, tomando en consideración que en el año 2014 se obtuvieron un total de 150 puntos de monitoreo y en el año 2019 se fijó 247 puntos tomados por el Ministerio del Ambiente y Agua, con el objetivo de fijar los mismos sitios para poder establecer si existe una variación de los caudales de agua producto del cambio climático se ordenaron y geo procesaron las coordenadas en el software Arc Gis 10.8 donde se estableció 114 sitios de monitoreo con los cuales se realizaron los análisis correspondientes.

6.4 Resultados

Según la ley orgánica de recursos hídricos Usos y Aprovechamiento de agua (2014) que indica en su artículo. 125 que “Las solicitudes para autorizaciones de uso o aprovechamiento del agua o la constitución de servidumbres, se realizarán ante la Autoridad Única del Agua la cual informará al consejo de cuenca”; además en su artículo 24 menciona que “ Corresponde a la Autoridad Única del Agua la administración del Registro Público del Agua, en el cual deben inscribirse: a) Las autorizaciones de uso y de aprovechamiento del agua, con indicación de la respectiva captación y su localización en coordenadas geográficas o planas;”, por lo que se trabajó con información entregada por el Ministerio del Ambiente y Agua en Agosto del 2021, las coordenadas geográficas se ingresaron al software Arc Gis 10.8 y se elaboró el mapa de ubicación (Figura 6.1) de autorizaciones de uso y aprovechamiento dentro del

área protegida.

Figura 6.3 Autorizaciones de uso y aprovechamiento de agua dentro de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo



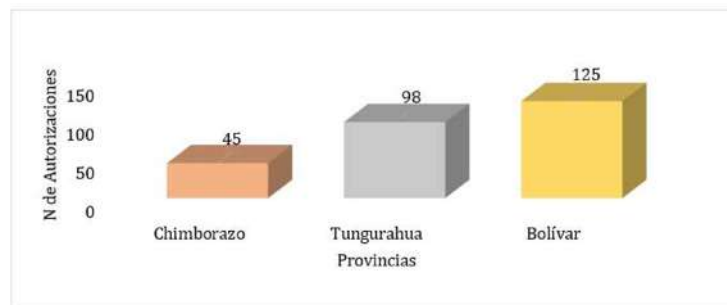
Elaborado por: los autores, (2021)

6.4.1 Concesiones de agua en la RPFCH

La concesión de agua es el permiso que otorga la autoridad ambiental competente para el uso y aprovechamiento del recurso hídrico, ya sea que se capte por aguas superficiales como ríos y quebradas, o subterráneas como pozos profundos y pozos; para uso doméstico, agropecuario, recreativo, industrial y generación de energía en este sentido SENAGUA en el

año 2019 establece que dentro de los límites de la RPFCH existen 268 concesiones de agua distribuidas en las 58 560 ha que conforman la reserva (figura 6.2)

Figura 6.4 Concesiones de agua en la RPFCH

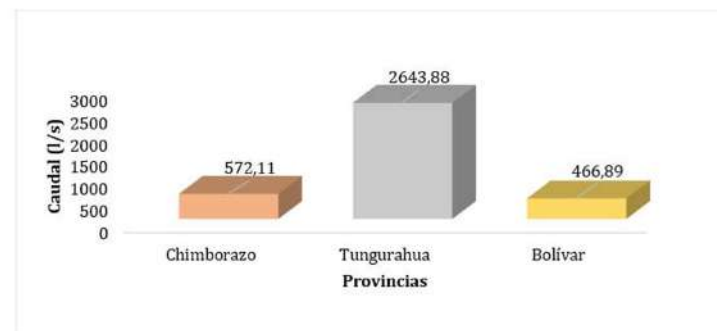


Elaborado por: los autores, (2021)

6.4.2 Caudal de agua de acuerdo con la jurisdicción provincial

Se establece un volumen de 3 682,89 l/s de agua concesionada en territorios de las tres provincias dentro de la jurisdicción de la reserva de los cuales la provincia de Tungurahua aprovecha el 71,79% seguido de Chimborazo con el 15,53 % y Bolívar con un 12,68 % (Figura 6. 3), De igual manera se ha determinado cinco usos a las que se le da al agua que corresponden riego, consumo humano, abrevaderos, piscícola e hidroelectricidad.

Figura 6.5 Caudal de agua concesionado RPFCH



Elaborado por: los autores, (2021)

De el volumen total de agua concesionada en el año 2019 se establece que 281,53 l/s se utiliza en el consumo humano, para riego un total de 2 771,44 l/s de igual manera un volumen de 8,57 l/s en abrevaderos, para piscícolas 217,35 l/s y para hidroelectricidad un volumen de 434 l/s.

6.4.3 Análisis de la variabilidad del caudal del agua en base a la ausencia de caudales ambientales en la RPFCH.

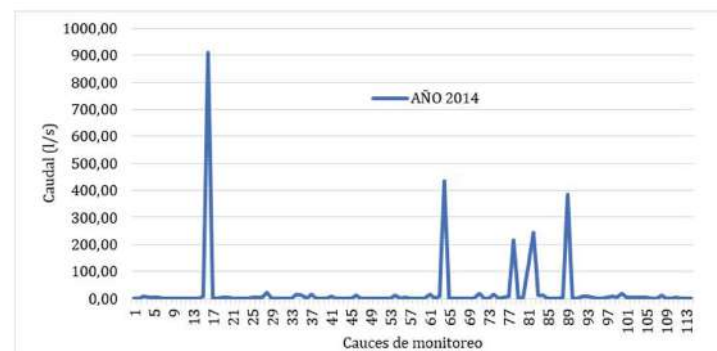
Los ríos y otros sistemas acuáticos necesitan agua y otros insumos, como detritos y sedimentos, para permanecer sanos y proporcionar beneficios a las comunidades. Los caudales ambientales contribuyen en forma sustancial a la salud de estos entornos. Inhibir a un río o a un sistema de agua subterránea estos caudales no sólo dañan todo el ecosistema acuático, sino que también amenaza a las personas y comunidades que

dependen del mismo.

En concordancia con Dyson et al., (2003) value orientation and risk preference los caudales ambientales son un aspecto relevante en cada una de las etapas en la historia de una cuenca fluvial o de drenaje, por esta razón es oportuno tener muy en cuenta temáticas sobre los caudales ambientales y el daño a los ecosistema que se genera cuando no se tiene en cuenta estos aspectos especialmente cuando se asignan concesiones de agua, planes de asignación de agua o programas de rehabilitación de ríos. Lo mejor es ocuparse de los caudales ambientales lo antes posible para de esta manera asegurar el normal funcionamiento de los ciclos hidrológicos y de los organismos que se desarrollan en estos especialmente en las cuencas medias y bajas, aunque la ausencia de atención política y de información relevante podrían impedir que se avanzara en estos temas es importante realizar un seguimiento a los cauces especialmente en las cuencas altas donde se genera el agua para por medio de estudios técnicos científicos establecer medidas que permitan mantener los caudales mínimos establecidos para no desestabilizar a las cadenas tróficas. Sin embargo, si el tema de los caudales ambientales se deja para más tarde, a menudo los problemas suelen ser más graves y las soluciones más costosas y menos eficientes lo que conlleva a un deterioro de los biomas y por consiguiente a una disminución progresiva del agua y en algunos casos a la desaparición total de la misma.

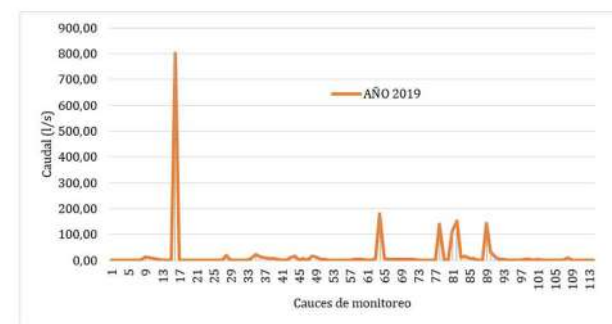
Bajo esta premisa se analiza el caudal global en base a 114 puntos de monitoreo en la RPFCH (Figura 6.6) en un lapso de cinco años para determinar la variabilidad producto del cambio climático global que afecta de manera especial a ecosistemas tropicales altoandinos.

Figura 6.6 Caudal de agua concesionado del año 2014 RPFCH



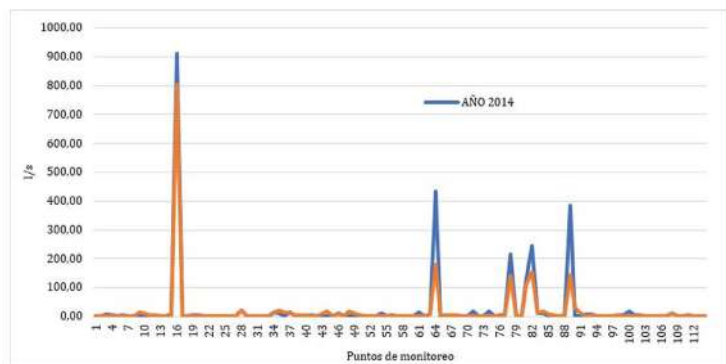
Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 6.7 Caudal de agua concesionado del año 2019 RPFCH



Elaborado por: los autores, (2021)

Figura 6.8 Variabilidad del caudal de agua
concesionada en la RPFCH



Elaborado por: los autores, (2021)

El volumen de agua de los 114 cauces que han sido considerados en este estudio para medir la variabilidad por efectos del cambio climático global nos arroja un total de 2 669,46 l/s en el año 2014 mientras que para el año 2019 se establece un valor de 1 927,59 l/s lo que indica una baja de 741 l/s esto representa una disminución del 27,8 % con relación al caudal obtenido en el 2014, de esta manera se estima que se viene perdiendo un 5,56 % cada año durante los últimos 5 años

Figura 6.9 Vertientes concesionadas en el cantón
Guaranda, provincia de Bolívar



Fuente: los autores, (2021)

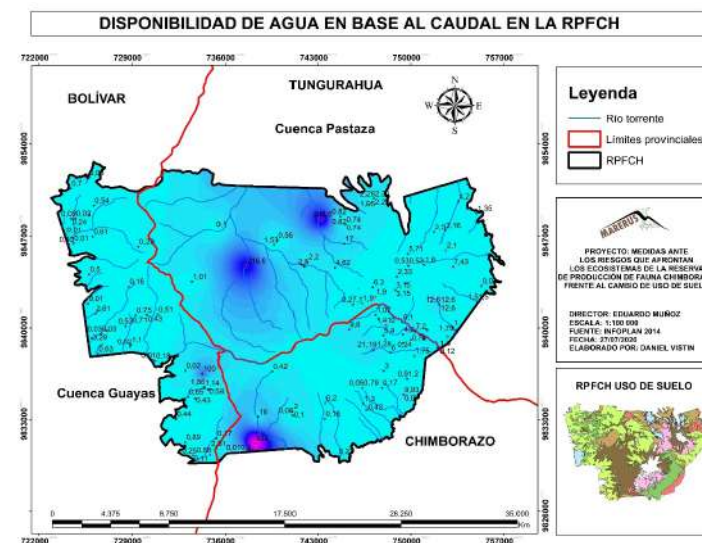
El volumen del agua en 268 concesiones registradas en el Ministerio del Ambiente y Agua hasta el 2019 fija un valor total de 3 682,89 l/s, de esta manera tomando en consideración los volúmenes de los 114 puntos monitoreados en los años 2014 y 2019 estos representan el 72,49 y 52,34 % del caudal total.

De igual manera un punto para tener en cuenta es el derretimiento del glaciar de los dos volcanes ya que la disminución del caudal de agua también está en dependencia de este fenómeno que a su vez al verse afectado por el incremento de la temperatura del planeta causará impactos irremediables sobre el régimen hidrológico de los cauces a los cuales se alimenta en la

reserva. En las épocas de estiaje, es decir cuando existe un déficit de lluvia, el agua de los páramos proviene en parte de la fusión de los glaciares. De no existir glaciares, los ecosistemas desarrollados en zonas de gran altitud, perderían esta Elaborado por de regulación hídrica durante los periodos de sequía, Por consiguiente, otra de las consecuencias de la baja del caudal de agua es la extinción de especies de flora y fauna debido a que se pierde el caudal ambiental originando un declive de las especies autóctonas en los páramos del área protegida, o por el contrario la llegada de especies invasoras como consecuencia de un cambio en los patrones ecológicos.

Con el objetivo de digitalizar la disponibilidad de agua dentro de la reserva en base a los 114 puntos de monitoreo se creó un mascara con los valores medios de los caudales los cuales servirían para establecer sitios estratégicos para la conservación debido a su gran importancia dentro de la reserva como una medida contra el cambio climático global.

Figura 6.10 Disponibilidad del agua en base al caudal en la RPFCH



Elaborado por : los autores (2021)



CAPITULO VII

Análisis de los procesos amenazantes

7.1 Introducción

El estudio implicó la recopilación de información cartográfica de las amenazas existentes en la RPFCh generada por el proyecto de investigación denominado “Medidas ante los riesgos que afrontan los ecosistemas de la Reserva de Producción de Fauna frente al cambio de uso de suelo”- MARERUS ejecutado por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Mediante técnicas de geoprocusamiento y álgebra de mapas fundamentada en la información recopilada en campo a través de la metodología Manejo Adaptativo de Riesgo y Vulnerabilidad en Sitios de Conservación- MARISCO que recogió la percepción con respecto a la amenazas de los pobladores locales, organismos públicos y privados que tienen injerencia el área protegida, y que contó con la participación de funcionarios del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) órgano rector de la política ambiental en el Ecuador.

Se priorizaron 4 procesos amenazantes de origen antrópico y se aplicó la técnica de Evaluación Multicriterio (EMC) considerada una poderosa herramienta utilizada en diversas áreas para determinar los procesos amenazantes territorio para ciertas actividades y usos/ coberturas del suelo que requieren condiciones específicas para su expansión o consolidación en el paisaje y con ello generar lineamientos para un ordenamiento territorial efectivo (Henríquez Ruiz & Qüense Abarzúa, 2009).

7.2 Métodos

El área de estudio presenta características físicas y socioeconómicas que posibilita determinar las zonas vulnerables mediante el método de Evaluación Multicriterio (EMC), que consiste en la sumatoria de los factores positivos, menos la sumatoria de los factores negativos a la actividad evaluada, obteniendo para cada lugar del territorio un determinado valor que refleje la amenaza (Gómez y Barredo, 2005).

Los criterios utilizados fueron: zonas agrícolas y plantaciones forestales, asentamientos humanos, zona de pastoreo intensivo (ganado vacuno y borregos) y zonas propensas a incendios (Figura 7. 1), luego mediante un panel de expertos se definió los pesos o la ponderación para cada criterio.

Figura 7.1 Ponderaciones para el análisis multicriterio



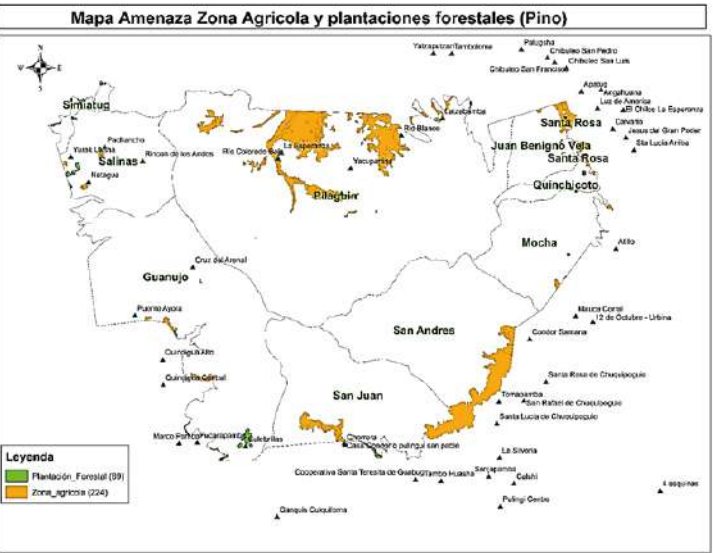
Elaborado: por los autores, (2021)

7.3 Criterios y categorías

7.3.1 Criterio 1 Zona agrícola y plantaciones forestales

Se tomó información cartográfica de la capa de cobertura y uso de suelo en el Ecuador para 2018(MAE & MAGAP, 2013), y con la ayuda de sistemas de los sistemas información geográfica(SIG) se generó en el software ArcGis 10.8 el mapa de zona agrícola y plantaciones forestales utilizando la herramienta “Clip” que permitió recortar los atributos: zona agrícola y plantaciones de pino, para posteriormente calcular el área de cada polígono mediante la herramienta de cálculo de geometría, además se usó la herramienta “polygon to raster” para transformar la capa vectorial a capa raster finalmente con la herramienta classify raster se clasificaron los atributos acorde al riesgo potencial a los ecosistemas de la RPFCH (Figura 7.2)

Figura 7.2 Mapa de amenazas de la zona agrícola y plantaciones forestales



Elaborado por: los autores, (2021).

La categoría tierra agropecuaria se concentra en la parte norte de la reserva en la parroquia Pilahuín abarcando 2916,8 hectáreas, las cuales son utilizadas para cultivos como ajo, papas y pastos principalmente, está información fue corroborada mediante encuestas en las comunidades que se asientan en la reserva, también se distinguen parches al sureste en la parroquia de san Juan y San Andrés se verifica un incremento de la frontera agrícola alcanzando incluso los 4100 msnm, así mismo se aprecia pequeños polígonos alrededor del perímetro de la RPFCh esto se debe a las tierras fértiles

que existen entre los 3800 y 4000 msnm.

Las plantaciones de pino se presentan en menor proporción ocupan un área 113,05 hectáreas, lo polígonos se ubican principalmente en las parroquias de Guanujo, San Andres, San Juan y el cantón Mocha pertenecientes a las provincias de Bolivar, Tungurahua y Chimborazo respectivamente como lo muestra la figura 7.2.

En conjunto el criterio Zona agrícola y plantaciones forestales cubre un total de 3029,86 hectáreas dentro de los limites del area protegida el riesgo potencial (figura 7.3) fue calificado bajo criterios antes mencionados.

Figura 7.3 Clasificación de riesgo de las amenazas

Criterio	Categoría	Riesgo potencial	Clasificación
Zona agrícola y plantaciones forestales	Tierra agropecuaria Plantaciones de Pino	Muy Alto	3
		Alto	2

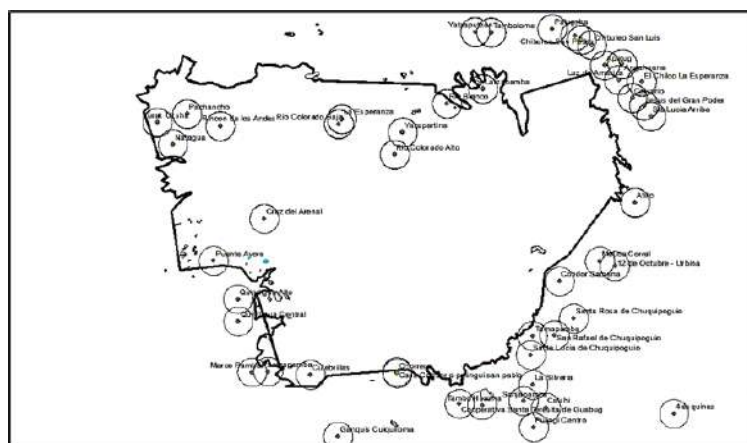
Elaborado por: los autores, (2021)

7.3.2 Criterio 2 Asentamientos humanos

Para la elaboración de la capa de asentamientos humanos, se georreferenció 41 comunidades, las coordenadas obtenidas fueron proyectadas en el sistema Universal Translator Mercator (UTM) para la zona WGS 84 , zona 17 SUR debido a las características del Ecuador, se consideraron los predios que se encontraban dentro de la RPFCh, luego mediante la utilización de la herramienta “buffer” del software Arc Gis 10.8 se

procedió a crear una zona de influencia alrededor de puntos de las comunidades, acorde al potencial riesgo a los ecosistemas, luego los buffer creados fueron recortados para la capa de límites del área protegida, para luego calcular el área comprendida como asentamientos humanos, después con la herramienta “polygon to raster”, se transformó la capa vectorial a raster, finalmente se procedió a clasificar los atributos de capa raster con valores 1,2 y 3 (Figura 7.4)

Figura 7.4 Mapa de asentamientos humanos en la RPFCH



Elaborado por: los autores, (2021).

Los asentamientos humanos definidos como de muy alto potencial riesgo a los ecosistemas y que fueron construidos con un buffer de 1000 metros (Figura 7.4) ocupan un total de 991,59 hectáreas, se ubican en la provincia de Bolívar las siguientes comunidades

Culebrillas, Puente Ayora, Cruz del Arenal, Natagua, Rincon de los Andes, Yurak Uksha y Pachancho, además las comunidades que se ubican en la provincia de Tungurahua son: Rio Colorado Alto, Yacupartina, Río Colorado Bajo, La Esperanza, Rio Blanco y Latzbanza, cabe indicar que la mayoría de polígonos intersecan con la zona agrícola determinada en el criterio 1.

Tabla 7.1 Riesgo potencial de los asentamientos humanos en la RPFCH

Criterio	Categoría	Riesgo potencial	Clasificación
Asentamientos humanos	Buffer 1000 m	Muy Alto	3
	Buffer 5000 m	Alto	2
	Buffer 9000 m	Medio	1

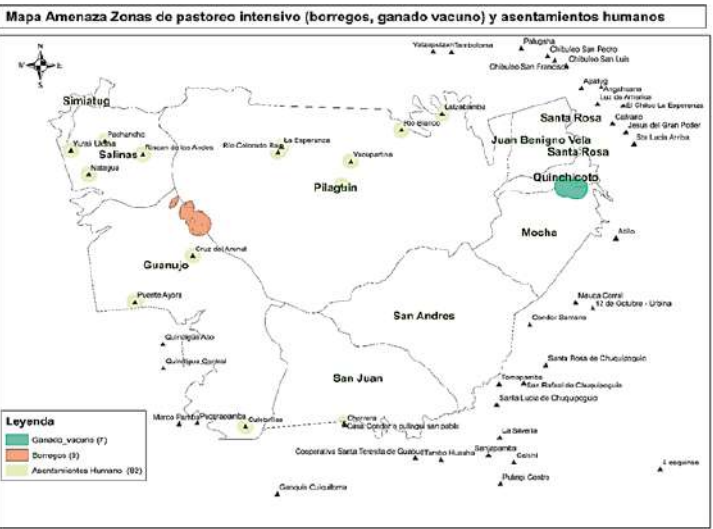
Elaborado por: los autores, (2021).

7.3.3 Criterio 3 pastoreo intensivo.

Con la información levantada mediante observación directa sobre ocurrencias de pastoreo de ovinos y bovinos, se procedió a calcular la densidad mediante el algoritmo de kernel en ArcGIS 10.8 la cual consiste es emplear un tamaño de celda idéntico al valor predeterminado dividido entre cuatro. La entrada ingresada fueron puntos, las distancias se midieron con el método geodésico. Point density 9.2 fue la herramienta utilizada para calcular la densidad de las entidades de punto alrededor de cada celda ráster de salida, luego

se transformaron los polígonos a raster mediante la herramienta “polygon to raster” para finalmente clasificarlos acorde al potencial de riesgo que tienen las zonas con mayor cantidad de individuos sea de ganado vacuno o de borregos (Figura 7.5)

Figura 7.5 Mapa de zonas de pastoreo intensivo.



Para la categoría de alta densidad (3) de zonas de pastoreo de borregos se obtuvo un área de 294,86 hectáreas concentrándose en la provincia de Bolívar, parroquia Guanujo, sectores del Arenal y el Sinche.

La categoría de alta densidad de zonas de pastoreo de ganado vacuno ocupa un área de 234, 29 hectáreas y se ubican al Noreste de la reserva en el cantón Mocha y la parroquia de Quinchicoto, cabe indicar que la zona

se caracteriza por pastoreo de ganado bravo en los páramos (Figura 7.5).

Tabla 7.2 Riesgo potencial de la amenaza pastoreo intensivo

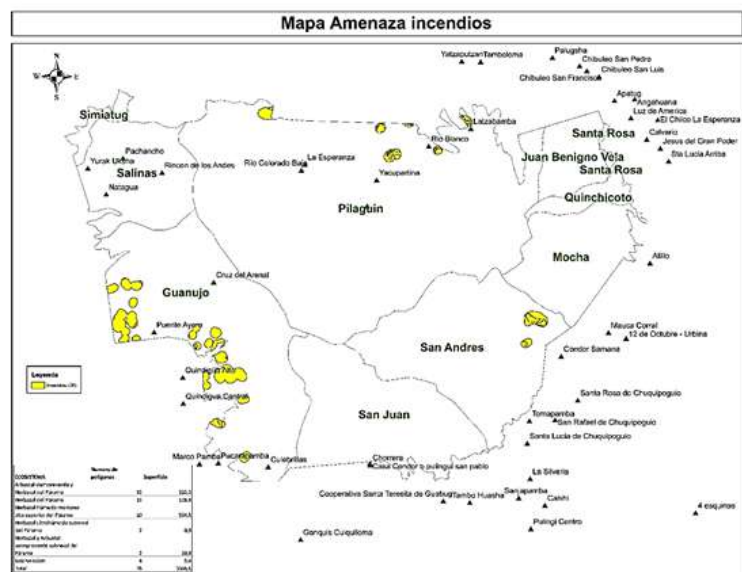
Criterio	Categoría	Riesgo potencial	Clasificación
Pastoreo intensivo (ganado ovino y bovino)	Alta densidad	Muy Alto	3
	Media densidad	Alto	2
	Baja densidad	Medio	1

Elaborado por: los autores, (2021)

7.3.4 Criterio 4 Zonas propensas a incendios.

De los polígonos de incendios obtenidos por los estudios de los investigadores del proyecto MARERUS, se procedió a realizar un buffer al contorno de cada polígono con la finalidad de crea polígonos de zona de influencia alrededor de las entidades de entrada a una distancia especificada (tabla 7.3)

Figura 7.6 Mapa del proceso amenazante incendio



Elaborado por: los autores, (2021)

La categoría 3 de zonas con muy alta probabilidad de incendiarse cubre un área de 1047,05 hectáreas, que se ubican en su mayoría en la parroquia Guanujo provincia de Bolívar que presenta vegetación herbazal y arbustal (Figura 7.6), con pendientes variables que los convierten en sitios difíciles de ingresar en caso de un flagelo o conato de incendio, por lo que los incendios prosperan y destruyen grandes áreas de cobertura vegetal, también se observan pequeños polígonos en las parroquias de San Andrés y Pilahuín que son zonas más húmedas y existen iniciativas de conservación de parte de organismos gubernamentales y no gubernamentales.

lo que ha permitido que las poblaciones de cierto modo abandonen la practica de incendiar los pajonales.

Tabla 7.3 Riesgo potencial de zonas propensas a Incendios

Criterio	Categoría	Riesgo potencial	Clasificación
Zonas Propensas a incendios	Buffer 200 m	Muy Alto	3
	Buffer 500 m	Alto	2
	Buffer 9000 m	Medio	1

Elaborado por: los autores, (2021)

7.3.5 Riesgo para los ecosistemas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

A continuación, se presenta la superficie en riesgo en cada uno de los 8 ecosistemas del área protegida (tabla 7.4).

Tabla 7.4 Superficie en riesgo en cada ecosistema de la RPFCH

Nº	ECOSISTEMA	Superficie Hectáreas	Porcentaje (%)
1	Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo	786,6	18,9
2	Bosque siempreverde del Páramo	27,2	0,7
3	Herbazal del Páramo	778,3	18,7
4	Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo	1711,8	41,2

5	Herbazal húmedo subnival del Páramo	19	0,5
6	Herbazal inundable del Páramo	358,3	8,6
7	Herbazal ultrahúmedo subnival del Páramo	125,2	3,0
8	Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo	344,9	8,3
	TOTAL	4151,3	100

Elaborado por: los autores, (2021)

La investigación establece que 4151, 3 hectáreas están en riesgo por actividades antrópicas, el ecosistema con la mayor presión antrópica es el Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo con el 41,2 % del territorio en riesgo, caracterizado por ser sitios donde existen asentamientos humanos que realizan prácticas agrícolas y pastoreo de borregos y son sitios propensos a incendios (Figura 7. 5).

El ecosistema Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo tiene 786,6 ha en riesgo, las actividades antrópicas que se realizan son el cambio de uso de suelo de cobertura natural a uso agrícola, también es afectado por la ocupación del territorio por asentamientos humanos y finalmente son sitios propensos a incendios.

El tercer lugar del ecosistema en riesgo es el Herbazal del Páramo con una afectación de 778,3 ha que corresponde al 18,7% del total de las áreas en riesgo, este ecosistema presenta todos los criterios del presente estudio, asentamientos humanos, agricultura,

plantaciones forestales, pastoreo de ganado ovino y bovino y zonas propensas a incendios.

El Herbazal inundable del Páramo tiene 358,3 hectáreas en riesgo principalmente por actividades de siembra de pastos y asentamientos humanos.

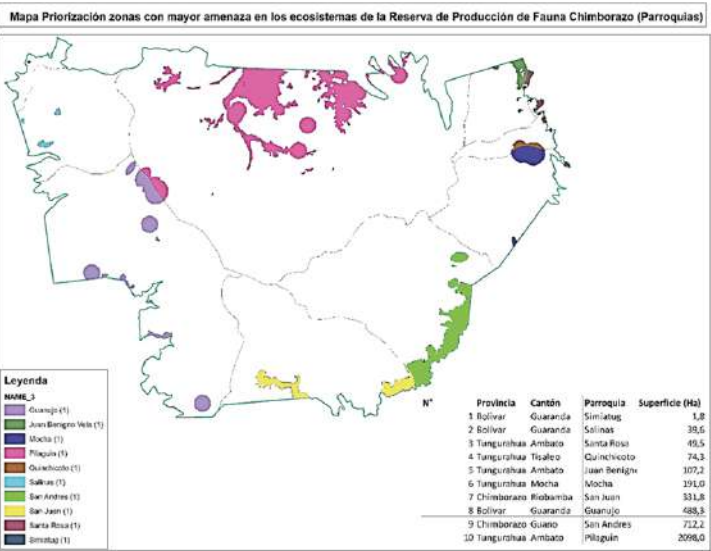
En el Herbazal y Arbustal siempreverde subnivel del Páramo se realizan las siguientes actividades avance de la frontera agrícola, plantaciones forestales, expansión de los asentamientos humanos, zonas de pastoreo de borregos y zonas propensas a incendios con un área de afectación de 344,9 hectáreas.

En el Herbazal ultra húmedo subnivel del Páramo se realizan actividades agrícolas, plantaciones forestales, pastoreo de ganado ovino, también existen zonas propensas a incendios y asentamientos humanos con un área en riesgo de 125,2 hectáreas

En bosque siempre verde del páramo (27,2 hectáreas) se determina que existe depredación de la cobertura vegetal, además de plantaciones forestales con especies introducidas como el pino, además se observa zonas destinadas al pastoreo de ganado bravo.

Finalmente, en el Herbazal húmedo subnivel del Páramo existe una afectación de 19 hectáreas presenta dos criterios el avance de la frontera agrícola y la expansión de asentamientos humanos.

Figura 7.7 Mapa de priorización de zonas con mayor amenaza en los ecosistemas de la RPFCH



Elaborado por: los autores, (2021)

CAPITULO VIII

Consideraciones finales

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo fue creada en la década de los 80`s con la finalidad de conservar el ecosistema páramo, asegurar el mantenimiento de sus funciones ecológicas y principalmente procurar la conservación del hábitat de la vicuña y el desarrollo sostenible de las comunidades que habitan en esta imponente área de conservación, a partir de su creación se han generado instrumentos y acciones enfocadas al cumplimiento de estos objetivos de conservación.

A pesar de los esfuerzos generalizados de conservación por parte de entidades estatales, Organismos no gubernamentales, el tan anhelado desarrollo sostenible de las comunidades ha sido esquivo, los comuneros continúan efectuando actividades agropecuarias con mayor magnitud en lugares cuyas condiciones climáticas y edáficas lo permite.

La investigación ha detectado 9 procesos amenazantes relevantes que inciden significativamente en el territorio de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, las actividades antropogénicas fundamentalmente son las causantes de tal impacto en todos los ecosistemas.

Uno de los mas vulnerables es el ecosistema herbazal inundable del páramo y debido a la dinámica del cambio de uso de suelo está en peligro de desaparecer y con ello los servicios ecosistémicos que este ofrece a los seres vivos.

El avance de la frontera agrícola se ha incrementado,

las especies exóticas tanto de flora y fauna mantienen un crecimiento sostenido y cuya afectación no esta siendo monito-reada, el desconocimiento desencadenará en desastres ecológicos. Además, una amena-za global como lo es el cambio climático incrementa el riesgo en amenazas como incen-dios, elevación de temperatura, variabilidad climática factores que afectan a las comunidades de escasos recursos.

El aprovechamiento sostenible de los recursos naturales es dista aún esto en gran medida se debe a que las directrices y acciones planteadas descartan la existencia de amenazas como un problema se deben construir soluciones que incluyen las problemáticas planteadas en este documento, un factor que incide es la falta de información técnico-científica que fundamente y valide la existencia de amenazas en la zona considerando además que aproximadamente el 80% de extensión territorial pertenece a las comunidades

Se extienden a lo largo del área protegida y en su zona de amortiguamiento 41 asentamientos y áreas de terreno pertenecientes a comunidades indígenas que han habitado históricamente esta zona y que llevan consigo un extenso bagaje cultural. por tanto es apenas lógico pensar que el área protegida sufrirá cambios debido a la intervención humana que indudablemente está ligada al cambio de suelo que afecta la biodiversidad de los ecosistemas de la RPFCh.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Albornoz, F. (2018). Evaluación de la suseptibilidad de remociones en masa en las laderas del fiordo comau, región de los Lagos, Chile (Vol. 2).

Arandia, L., Castillo, A., Espinoza, L., Erazo, O., Guerrero, M., & Hiza, E. (2017). Evaluación biofísica del área afectada por incendios forestales en la Reserva Biológica Cordillera de Sama. Revista de Ciencias Rurales, 2, 7–19.

Arcos, E. (2010). Influencia de la cobertura vegetal en la capacidad de infiltración de agua en los suelos de páramo.

Ati-Cutiupala, G. M., Muñoz-Jácome, E. A., Vistín-Guamantaqui, D. A., & Cushquicullma-Colcha, D. F. (2021). Análisis de las actividades económicas de tres comunidades altoandinas y su relación con el cambio de uso de suelo y cobertura vegetal en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Polo de Conocimiento, 6(8), 552–576. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i8.2956>

Balay D´Agosto, F. (2018). Comparación de cambios en el uso del suelo en el paisaje protegido quebrada de los cuervos y su respectiva zona adyacente [Universidad de la República Uruguay]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/19150/1/uy24-18878.pdf>

Barceló, V. V., Germ, H. C., Su, M., Garc, L., Chirino, L.

P., & Mart, C. (2014). Guía de Evaluación de Riesgos para Especies Exóticas. [http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1656/1/Guía de Evaluación de Riesgos para Especies Exóticas.pdf](http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1656/1/Guía%20de%20Evaluación%20de%20Riesgos%20para%20Especies%20Exóticas.pdf)

Barrios Caballero, Y., Born-Schmidt, G., González Martínez, A. I., Koleff Osorio, P., & Mendoza Alfaro, R. (2014). Avances En El Desarrollo De Criterios Para Definir Y Priorizar Las Especies Invasora. Especies Acuáticas Invasoras En México, January, 113.

Bautista-Zúñiga, F., Delfín Gonzalez, H., Palacio-Prieto, J. L., & Delgado Carranza, M. del C. (2011). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición. In Universidad Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. <http://books.google.com/>