



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL DE LOS  
ECOSISTEMAS DE LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE  
CHIMBORAZO A TRAVÉS DE IMÁGENES SATELITALES “LANDSAT  
8”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**CARLOS GABRIEL CÓRDOVA REGALADO**

**RIOBAMBA- ECUADOR**

**2019**

## Hoja de Certificación

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el proyecto de investigación titulado: **ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL DE LOS ECOSISTEMAS DE LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO A TRAVÉS DE IMÁGENES SATELITALES "LANDSAT 8"** de responsabilidad del señor Carlos Gabriel Córdova Regalado, ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

### TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

1.....



**Ing. Lucia Mercedes Abarca Villalba**

**Directora**

19/12/2018

2.....



**Ing. Hernán Eriberto Chamorro Sevilla**

**Asesor**

19/12/2018

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Carlos Gabriel Córdova Regalado declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos que constan en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como Autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 3 de enero del 2019



Carlos Gabriel Córdova Regalado

172345617-2

## **AUTORIA**

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual y exclusiva del autor, el Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Chimborazo y de la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH.

## DEDICATORIA

*Esta investigación se la quiero dedicar a mi hermana Andrea por ser mi apoyo incondicional y mi más grande amiga quien con ejemplo me enseñó que con perseverancia y responsabilidad se puede alcanzar todas nuestras metas, gracias a la vida por concederme a la mejor de las hermanas a quien por sus virtudes por sus consejos y su gran corazón admiro cada día más.*

*A mi Abuelita Olga por ese infinito cariño por sus consejos por sus palabras de aliento por siempre alentarme a seguir adelante, por toda la confianza depositada en mí y por ser el pilar fundamental en nuestra familia gracias madrecita.*

*A mis padres Carlos y Olga por haber sabido guiarme para alcanzar esta meta por todo el sacrificio por ese amor incondicional y estar siempre a mi lado apoyándome en los momentos más difíciles gracias a ustedes eh llegado hasta aquí y este logro es gracias a ustedes.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Mis más sinceros agradecimientos al Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo “GADPCH” por haberme brindado el apoyo y las herramientas necesarias para el desarrollo de esta investigación y a todo el equipo de trabajo el Ing. Wilfrido Haro y al Ing. Cristian Palacios gracias por el apoyo y su amistad.*

*Al ingeniero Jorge Caranqui por todo el apoyo en el desarrollo de esta investigación por sus enseñanzas, consejos y la amistad brindada en este tiempo.*

*A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo a la Escuela de Ingeniería Forestal que abrió sus puertas y todo el aporte en mi formación profesional para alcanzar este logro, un agradecimiento muy especial a mi tribunal de titulación Ing. Lucia Abarca e Ing. Hernán Chamorro por guiarme en el transcurso de esta investigación y toda la ayuda brindada para culminar con éxito esta investigación.*

*A una persona muy especial que me ha brindado todo su apoyo en esta etapa por estar conmigo en aquellos momentos difíciles motivándome a levantarme y seguir adelante, por tu compañía y por todo ese cariño brindado gracias Susanita*

*A mis amigos que a pesar de la distancia y el tiempo nos hemos apoyado siempre en nuestra formación tanto personal como profesional gracias amigos por esa sincera amistad.*

## TABLA DE CONTENIDO

I. ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL DE LOS ECOSISTEMAS DE LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO A TRAVÉS DE IMÁGENES SATELITALES “LANDSAT 8” .....	1
II. INTRODUCCION .....	1
A. IMPORTANCIA .....	2
B. PROBLEMA .....	3
C. JUSTIFICACIÓN.....	3
III. OBJETIVOS .....	5
A. GENERAL .....	5
B. ESPECIFICOS .....	5
IV. HIPÓTESIS.....	5
A. NULA.....	5
B. ALTERNANTE .....	5
V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	6
A. GENERALIDADES.....	6
1. EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO .....	7
B. LA FUNCIÓN DE LA TELEDETECCIÓN EN EL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE.....	9
C. SENSORES REMOTOS.....	10
D. CARACTERISTICAS DE LOS DATOS DE TELEDETECCIÓN .....	11
E. RESOLUCIÓN DE UNA IMAGEN.....	12
1. RESOLUCION ESPACIAL.....	13
2. RESOLUCION ESPECTRAL .....	13
3. RESOLUCION TEMPORAL .....	14
4. RELACIONES ENTRE LOS TIPOS DE RESOLUCION .....	15

F.	BANDAS ESPECTRALES .....	15
G.	SATELITES .....	16
H.	IMÁGENES LANDSAT 8.....	16
1.	CLASIFICACION DE IMAGENES.....	18
I.	CAMBIO EN LA COBERTURA VEGETAL Y USO DE SUELO .....	19
J.	ECOSISTEMA .....	20
1.	ESTRATIFICACIÓN O DISTRIBUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS.....	21
2.	ESTRATIFICACIÓN VERTICAL .....	21
3.	ESTRATIFICACIÓN HORIZONTAL .....	22
K.	HUMEDALES .....	22
1.	DEFINICION .....	22
2.	IMPORTANCIA .....	24
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
A.	CARACTERISTICAS DEL LUGAR.....	25
1.	Localización del área de estudio.....	7
2.	Ubicación Geográfica.....	26
3.	Características climáticas .....	26
4.	Características Ecológicas .....	26
B.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	28
1.	Materiales de campo e informáticos.....	28
2.	Equipos .....	29
C.	METODOLOGÍA .....	29
1.	Delimitación del área de estudio .....	29
2.	Determinar los tipos de ecosistemas a través de imágenes satelitales.....	31
3.	Analizar tendencia de cambio para el área de estudio desde el 2013 hasta el 2018... 32	



4.	Delimitación de humedales .....	35
5.	Levantamiento de información en campo .....	36
6.	Recolección de especies dominantes y representativas de la zona.....	36
7.	Identificación y montaje de las muestras.....	37
8.	Índice de similitud .....	38
VII.	RESULTADOS.....	39
A.	DETERMINAR LOS TIPOS DE ECOSISTEMAS A TRAVÉS DE IMÁGENES SATELITALES .....	39
B.	ANALIZAR TENDENCIAS DE CAMBIO PARA EL ÁREA DE ESTUDIO ENTRE LOS AÑOS 2013, 2015 Y 2017. ....	41
1.	Categorización y cobertura vegetal para los años 2013, 2015 y 2018 .....	41
2.	Tendencias de cambio para los años 2013, 2015 y 2018.....	51
3.	Ubicación de humedales.....	59
C.	IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DOMINANTES Y REPRESENTATIVAS DE CADA ECOSISTEMA. ....	63
1.	Paramos .....	63
2.	Bosques.....	71
3.	Índice de similitud .....	83
VIII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
A.	CONCLUSIONES .....	85
B.	RECOMENDACIONES .....	86
IX.	RESUMEN .....	87
X.	BIBLIOGRAFIA .....	89
XI.	ANEXOS .....	94

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Características de las imágenes LANDSAT8.....	17
Tabla 2: Características climáticas.....	26
Tabla 3: Características ecológicas.....	26
Tabla 4: Sitios de muestreo.....	36
Tabla 5: Categorización y cobertura para los años 2013, 2015 y 2018 .....	42
Tabla 6: Tendencias de cambio para los años 2013, 2015 y 2018.....	51
Tabla 7: Pérdidas y ganancias de las categorías en los diferentes periodos .....	56
Tabla 8: Ubicación de las localidades en los páramos de la zona norte de Chimborazo.....	63
Tabla 9: Listado de especies recolectadas en el sector de Cañi .....	65
Tabla 10: Listado de especies recolectadas en el sector de Cerro Igualata .....	66
Tabla 11: Listado de especies recolectadas en el sector de Condor Chamana .....	67
Tabla 12: Listado de especies recolectadas en el sector Las Abras .....	69
Tabla 13: Macrorelieve Mesorelieve y pendiente en los sitios de muestreo para paramos.....	70
Tabla 15: Estado y amenazas en los sitios de muestreo para paramos .....	70
Tabla 16: Ubicación de los puntos de muestreo en el bosque montano de la provincia de Chimborazo.....	72
Tabla 17: Listado de especies recolectadas en el sector de Llucud .....	73
Tabla 18: Listado de especies recolectadas en el sector de Chalan .....	75
Tabla 19: Macrorelieve Mesorelieve y pendiente en los sitios de muestreo para bosques montano.....	77
Tabla 20: Estado y amenazas en los sitios de muestreo para bosques montano.....	78
Tabla 21: Categorización de los sitios de estudio según el sistema de clasificación de ecosistemas del MAE 2013.....	78
Tabla 22: Cuadro resumen de las especies recolectadas.....	79

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espectro Electromagnético.....	7
Figura 2: Resolución Espacial .....	13
Figura 3: Bandas Espectrales .....	14
Figura 4: Resolución Espectral .....	14
Figura 5: Algoritmo de máxima probabilidad .....	33
Figura 6: Algoritmo de clasificación de imágenes .....	34
Figura 7: Área de ecosistemas para el año 2013.....	45
Figura 8: Área de ecosistemas para el año 2015.....	47
Figura 9: Área de ecosistemas para el año 2018.....	50
Figura 10: Tendencia de cambio para el periodo 2013, 2015.....	52
Figura 11: Tendencia de cambio para el periodo 2015, 2018.....	53
Figura 12: Tendencia de cambio para el periodo 2013, 2018.....	54
Figura 13: Índice de Similitud .....	84

## LISTADO DE MAPAS

Mapa 1: Ubicación geográfica del área de estudio .....	28
Mapa 2: Ubicación geográfica de los cantones de la zona norte de provincia de Chimborazo....	30
Mapa 3: Mapa de ecosistemas de la zona norte de la provincia de Chimborazo.....	40
Mapa 4: Ecosistemas de la zona norte de la provincia de Chimborazo para el año 2013 .....	44
Mapa 5: Ecosistemas de la zona norte de la provincia de Chimborazo para el año 2015 .....	46
Mapa 6: Ecosistemas de la zona norte de la provincia de Chimborazo para el año 2018 .....	49
Mapa 7: Cuerpos de agua sector Colta .....	59
Mapa 8: Cuerpos de Agua sector Cerro Igualata .....	60
Mapa 9: Cuerpos de Agua sector volcán El Altar.....	61
Mapa 10: Cuerpos de Agua sector Occidental.....	62
Mapa 11: Ubicación de los puntos de muestreo para páramos.....	64
Mapa 12: Ubicación de los puntos de muestreo para bosque montano .....	72
Mapa 13: Ubicación de los puntos de muestreo para la zona norte de la provincia de Chimborazo .....	82

## LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1: Páramo de Condor Chamana.....	94
Anexo 2: Humedales Condor Chamana.....	94
Anexo 3: Humedales Condor Chamana.....	95
Anexo 4: Recolección de muestras Condor Chamana.....	95
Anexo 5: Herborización de las muestras .....	96
Anexo 6: Paisaje Las Abras .....	96
Anexo 7: Herborización de las muestras .....	97
Anexo 8: Prensado de las muestras.....	97
Anexo 9: Paisaje del bosque de Llucud .....	98
Anexo 10: Recolección de muestras en bosque de Llucud.....	98
Anexo 11: Mapa de ecosistemas de los años 2013, 2015 y 2018.....	99
Anexo 12: Certificado de identificación.....	100

# **I. ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL DE LOS ECOSISTEMAS DE LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO A TRAVÉS DE IMÁGENES SATELITALES “LANDSAT 8”**

## **II. INTRODUCCION**

A partir del año 2008, la nueva Carta Suprema definió al Estado ecuatoriano como constitucional de derechos y justicia; siendo concebida la descentralización como la forma de gobierno en la que se organizará el Estado, como un instrumento para alcanzar el Buen Vivir.

En este contexto, es indispensable recuperar las facultades del Estado (planificación, rectoría, regulación y control) para generar equidad territorial y garantizar los derechos de la población.

De acuerdo a las competencias establecidas en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) para los GAD Provinciales existe el elaborar y ejecutar el plan provincial de desarrollo, el ordenamiento territorial y las políticas públicas en el ámbito de sus competencias, el promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial provincial.

De acuerdo al Componente Biofísico del PDOT (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial) de Chimborazo 2015 dentro de la provincia podemos ver que Alausí presenta el mayor porcentaje de cobertura vegetal (16%) seguido por Guamote (15%) y Riobamba (8%), por otro lado, los menores porcentajes de vegetación remanente se presentan en los cantones de: Chambo y Guano con el 1,4% respectivamente.

El páramo y los bosques naturales son ecosistemas frágiles, y vulnerables frente a aquellas prácticas de manejo que provocan cambios en la cobertura y uso del suelo. Gran parte de los páramos y bosques nativos de la provincia de Chimborazo han estado sometidos a presiones a través de prácticas comunes de la agricultura, ganadería y reforestación con especies introducidas.

Estas prácticas han alertado a la comunidad sobre la importancia de crear trabajos de conservación y remediación, considerando que el 47% de la superficie provincial constituyen los ecosistemas

involucrados en la regulación y abastecimiento hídrico que proporciona agua a las microcuencas, poblaciones y sistemas de riego, etc. (PDOT GADPCH 2015)

Las quemas en gran parte de ellos son una práctica habitual que se realiza con el objetivo de que la paja rebrote para alimentar el ganado y así aumentar la productividad en la ganadería (Hofstede 1995). Cuando la vegetación es quemada y el suelo pisoteado por el ganado, se modifican la composición y estructura florística (Hofstede 1995; Suarez y Medina 2001) y los suelos pierden su estructura porosa hidrófila (Boulevard & Podwojewski, 2001).

Una de las limitantes es la baja precisión en la evaluación de los recursos naturales, por ello el desarrollo de nuevos softwar's o procedimientos que permitirán obtener un grado más alto de confiabilidad en los resultados, actualmente la utilización de técnicas como la teledetección y sistemas de modelación como las redes neuronales artificiales contribuyen a la solución de estos problemas (Buendía Rodríguez, Vargas Pérez, Leyva Ovalle, & Terrazas Domínguez, 2002).

En el presente trabajo se da a conocer la cobertura vegetal de la zona norte de la Provincia de Chimborazo, utilizando imágenes satelitales LANDSAT 8 (LAND=tierra y SAT=satélite), de diferentes años, las cuales se analizarán para determinar los tipos de ecosistemas y vegetación, estableciendo de esta manera la variación en la cobertura vegetal y uso de suelo en los Ecosistemas, con el propósito de desarrollar un modelo adecuado de planificación y ordenamiento del territorio.

## **A. IMPORTANCIA**

El presente trabajo investigativo aporta con una importante información actualizada acerca del estado de la cobertura vegetal y uso de suelo de los Ecosistemas de la Provincia de Chimborazo para desarrollar un modelo adecuado de planificación y ordenamiento del territorio cumpliendo así con las competencias establecidas en la constitución al GADCH (Gobierno Autónomo Descentralizado de Chimborazo) en marco de la nueva Constitución Política de la República del Ecuador y el COOTAD.

## **B. PROBLEMA**

La desactualización de información sobre la variación de la cobertura vegetal y uso de suelo de los Ecosistemas de la Provincia de Chimborazo no ha permitido desarrollar un modelo adecuado de planificación y ordenamiento del territorio en el Componente Ambiental.

## **C. JUSTIFICACIÓN**

En margen al problema descrito anteriormente es necesario contar con información actualizada y certera sobre los cambios en la cobertura vegetal producidos en 5 años (entre el 2013 y 2018), información que fue obtenida a través de imágenes satelitales LANDSAT 8, conociendo dichos cambios en la Provincia de Chimborazo constituirían un pilar fundamental para la toma de decisiones tanto en la conservación de los ecosistemas como en la eficiente gestión del territorio.



### **III. OBJETIVOS**

#### **A. GENERAL**

Realizar un Estudio multitemporal de la cobertura vegetal de los Ecosistemas de la zona norte de la Provincia de Chimborazo a través de imágenes satelitales “LANDSAT 8”

#### **B. ESPECIFICOS**

- Determinar los tipos de ecosistemas a través de imágenes satelitales.
- Analizar tendencias de cambio para el área de estudio entre los años 2013, 2015 y 2018.
- Identificar las especies dominantes y representativas de cada Ecosistema.

#### **IV. HIPÓTESIS**

##### **A. NULA**

No existen variaciones en la cobertura vegetal de los Ecosistemas de la zona norte de la Provincia de Chimborazo.

##### **B. ALTERNANTE**

Existen variaciones en la cobertura vegetal de los Ecosistemas de la zona norte de la Provincia de Chimborazo.

## V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### A. GENERALIDADES

La Teledetección ofrece grandes posibilidades para la realización de progresos en el conocimiento de la naturaleza, aunque todavía no se ha logrado todo lo que de ella se esperaba debido a que se deben realizar perfeccionamientos en el nivel de resolución espacial, espectral y temporal de los datos. Además, es necesario un mayor rigor científico en la interpretación de los resultados obtenidos, tratando de no extraer conclusiones definitivas de los estudios medioambientales realizados mediante técnicas de Teledetección. Los modelos que se elaboran para interpretar los datos de Teledetección, deberán tener como objetivo eliminar los efectos ocasionados por la variabilidad en las condiciones de captación, la distorsión provocada por la atmósfera, y la influencia de parámetros tales como la posición del Sol, pendiente, exposición, y altitud. (Romero, 2006).

Hoy en día, sensores instalados en satélites nos envían continuamente información sobre la dinámica nubosa, la cubierta vegetal y sus variaciones estacionales, la temperatura superficial oceánica, etc. Incluso eventos de gran escala temporal como las cubiertas de hielo polar, la expansión de los desiertos o la deforestación tropical pueden ser estudiados exhaustivamente y de manera continua a partir de datos procedentes de sensores situados en el espacio. (Chuvienco, 1996).

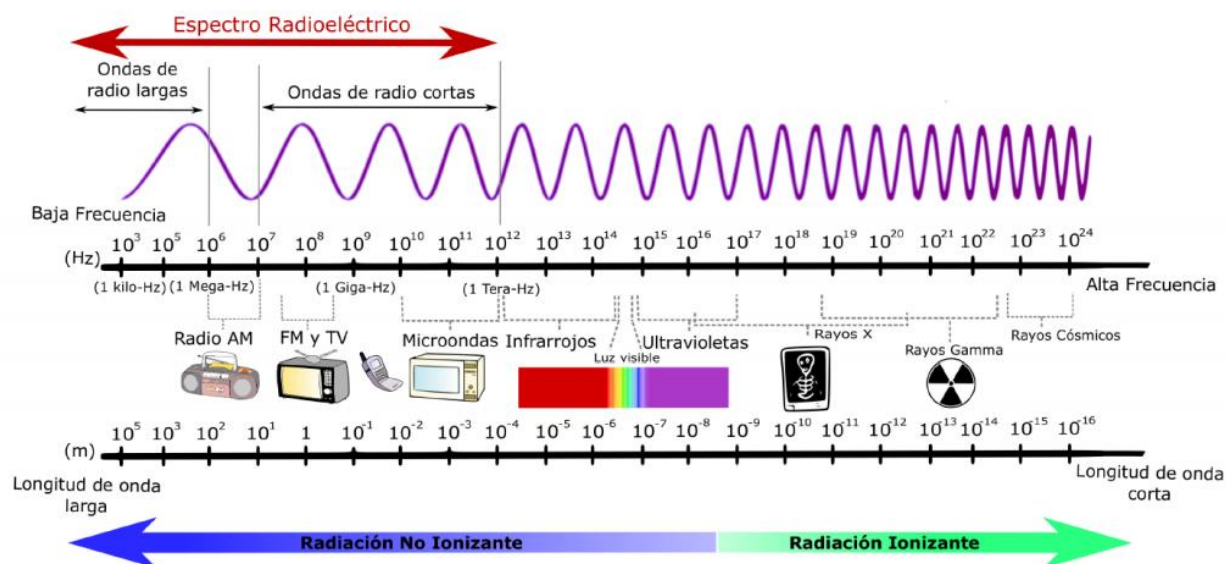
Los sensores de los satélites reciben la información acerca de un objeto a través de la energía electromagnética. Esta información puede estar codificada en la frecuencia, intensidad o

polarización de la onda y es transmitida directamente desde el objeto o indirectamente por reflexión, dispersión o reemisión hasta el sensor. Todos los materiales de la Tierra reflejan o emiten energía electromagnética. Los sensores miden la intensidad de la radiación electromagnética emitida por un objeto y estudian sus propiedades físicas a partir de su variación con la frecuencia. (Chuvienco, 1996).

## 1. EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

La radiación electromagnética se presenta como una distribución continua de frecuencias que conocemos con el nombre de espectro electromagnético (EE). Dicho espectro suele estar estructurado en una serie de bandas espectrales donde la radiación electromagnética manifiesta un comportamiento similar. No todas las bandas presentan igual interés desde el punto de vista de la teledetección. (Chuvienco, 1990).

**Figura 1: Espectro Electromagnético**



**Fuente:** García Varela. LANDSAT. Sistemas de comunicación vía satélite

La banda de radio abarca aquellas longitudes de onda mayores de 10 cm (frecuencias menores de 3 GHz). Esta región es usada principalmente por sensores activos y en menor medida por otros de

carácter pasivo. Limitando con la banda de radio nos encontramos con la banda de microondas, extendiéndose hasta las frecuencias de 300 Ghz (o equivalentemente, 1 mm de longitud de onda). En esta región las interacciones están gobernadas por rotaciones moleculares y es mayoritariamente usada por radiómetros de microondas y sistema de radar. (Chuvieco, 1990).

La región espectral infrarroja se encuentra entre las longitudes de 1 mm y 0.7  $\mu\text{m}$ . Esta región se suele dividir en subregiones denominadas submilimétrica, infrarrojo lejano, infrarrojo térmico e infrarrojo cercano. En esta región, la rotación molecular y las vibraciones juegan un papel importante. Un gran abanico de sensores emplea estas frecuencias para su operación. El infrarrojo térmico abarca desde 3.0-12  $\mu\text{m}$  y en este rango, la temperatura de la cubierta terrestre (incluida la superficie oceánica) es la variable de mayor interés.

Según Chuvieco (1990), la porción visible del espectro se extiende de 0.4  $\mu\text{m}$  hasta 0.7  $\mu\text{m}$  que junto con la banda infrarroja es la región con mayor presencia de sensores. En el rango visible, la reflectancia de las plantas está dominada por los pigmentos, entre los que destaca la clorofila. Es por ello que esta banda se emplea, junto con la del infrarrojo cercano, para estudiar el estado de la cubierta vegetal. En el agua, la materia orgánica disuelta atenúa mucho las longitudes de onda más cortas de esta banda espectral. Las partículas suspendidas y los pigmentos presentes en el agua también afectan a la radiación recibida por los sensores que operan en este rango.

En la siguiente banda, la ultravioleta (0.4  $\mu\text{m}$  hasta 300  $\text{\AA}$ ) los niveles electrónicos de energía juegan un papel clave en las interacciones onda-materia. Los sensores ultravioletas han sido empleados principalmente para el estudio de atmósferas planetarias o el estudio de superficies sin atmósferas debidas a su opacidad que presentan a estas frecuencias. Esta banda no es empleada demasiado en teledetección debido a que los niveles de luz ultravioleta que podrían captarse no permiten obtener una relación S/N aceptable debido a la absorción producida por el ozono y el bajo nivel de emisión de esta frecuencia por parte del Sol, si lo comparamos por ejemplo con la longitud de onda del azul. Sus posibles aplicaciones son la detección de manchas de petróleo ya que éste absorbe eficientemente la radiación ultravioleta, así como la identificación de rocas o suelos con un alto contenido en hierro. (Chuvieco, 1990).

## **B. LA FUNCIÓN DE LA TELEDETECCIÓN EN EL ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE**

La Teledetección de recursos naturales se basa en un sistema de adquisición de datos a distancia sobre la biosfera, que está basado en las propiedades de la radiación electromagnética y en su interacción con los materiales de la superficie terrestre. Todos los elementos de la Naturaleza tienen una respuesta espectral propia que se denomina *signatura espectral*. La Teledetección estudia las variaciones espectrales, espaciales y temporales de las ondas electromagnéticas, y pone de manifiesto las correlaciones existentes entre éstas y las características de los diferentes materiales terrestres. Su objetivo esencial se centra en la identificación de los materiales de la superficie terrestre y los fenómenos que en ella se operan a través de su *signatura espectral*. (Romero, 2006).

La información se recoge desde plataformas de observación que pueden ser aéreas o espaciales, pues los datos adquiridos a partir de sistemas situados en la Tierra constituyen un estadio preparatorio de la Teledetección propiamente dicha, y se consideran como campañas de *verdad terreno*. Las plataformas de observación portan los *captore*s, es decir, aquellos instrumentos que son susceptibles de recibir y medir la intensidad de la radiación que procede del suelo en una cierta gama de longitudes de onda, y para transformarla en una señal que permita localizar, registrar y digitalizar la información en forma de fotografías o imágenes numéricas grabadas en cinta magnética compatibles con un ordenador (CCT). (Romero, 2006)

Los *captore*s pueden ser cámaras fotográficas, radiómetros de barrido multiespectral (MSS), radares y láseres. Estos aparatos generan imágenes analizando la radiación emitida o reflejada por las formas y objetos de la superficie terrestre en las longitudes de onda en las cuales son sensibles (ultravioleta, visible, infrarrojo próximo, infrarrojo técnico, hiperfrecuencias) con el fin de reconocer la variada gama de formas y objetos. (Romero, 2006).

Dentro de las aplicaciones más frecuentes está el control de superficies mineras, la generación de cartografía y control de polución de aguas, la detección de polución del aire y sus efectos, la determinación de efectos de desastres naturales y el control medioambiental de actividades

humanas (eutrofización de aguas, pérdida de hojas, etc.), el seguimiento de incendios forestales y sus efectos y la estimación de modelos de escorrentía y erosión. (Mora, 2007).

### **C. SENSORES REMOTOS**

Es la ciencia y el arte de obtener información de un objeto, área o fenómeno, a través del análisis de datos adquiridos mediante un dispositivo, el cual no está en contacto directo con lo que se está investigando. La obtención de los datos involucra el uso de instrumentos llamados sensores, capaces de captar las relaciones espectrales y espaciales de objetos y materiales observables a una considerable distancia. (Pérez, 2007)

La teledetección de cualquier fenómeno requiere el concurso de tres factores; a saber, una fuente energética de radiación electromagnética, la interacción de dicha radiación con la superficie del objeto a estudiar y un sistema de detección que reciba la radiación reflejada. En este apartado vamos a estudiar estos elementos denominados sensores, sus características que nos permitirán sacar conclusiones a la hora de analizar las dotaciones que posee cada satélite. (Chuvienco, 1996).

Entre las variadas formas de clasificar los sensores remotos, una de las más habitual es considerar su procedimiento de recibir la energía procedente de las distintas cubiertas. En este sentido, se puede hablar de dos tipos de sensores: pasivos, cuando se limitan a recibir la energía proveniente de un foco exterior a ellos, y activos, cuando son capaces de emitir su propio haz de energía. (Chuvienco, 1996).

Los sensores son instrumentos susceptibles de detectar la señal electromagnética (Radiación reflejada o emitida) que les llega de la tierra y la Atmósfera y convertirla en una magnitud física que puede ser tratada y grabada. Los sensores pueden convertir la señal electromagnética en un formato análogo (fotografía) o digital (imagen). Para llevar a cabo la observación del terreno, los sensores son instalados en plataformas, fijas o móviles: grúas, cometas, globos, aviones, cohetes o satélites. Las características de la imagen registrada dependen en gran medida del tipo de sensor utilizado y de la distancia al suelo desde la cual se realiza la adquisición de datos. (Lillesand, 2000)

Los sensores se pueden clasificar dependiendo del origen de la señal captada. Los Sensores Pasivos se basan en la detección de las características reflectantes del sistema observado (objeto), es decir el sensor cumple la función de registrar la radiación emitida por el sistema observado o la radiación

solar reflejada. Ejemplos de este tipo de sensor son las cámaras fotográficas, los radiómetros, los sistemas de video. (Lillesand, 2000)

Los métodos activos son aquellos en los que el sensor cumple una doble función ya que actúa activamente produciendo una señal (onda electromagnética) de características conocidas que posteriormente registrara después de interactuar con el sistema observado. La información obtenida procede de la comparación entre la señal emitida y la señal reflejada. El sensor activo más conocido es el radar, bastante utilizado en aplicaciones militares, así como en el control del tráfico aéreo. El radar, trabaja en la región de las microondas. Por otra parte, está el sensor activo Lidar, el cual opera con luz polarizada (laser) en el espectro óptico. Una ventaja de los sensores pasivos es que trabajan en todo el rango espectral y los activos solo trabajan en la región de las microondas. Sin embargo, los segundos atraviesan las nubes y no dependen de la luz solar para capturar la información. (Lillesand, 2000).

#### **D. CARACTERISTICAS DE LOS DATOS DE TELEDETECCIÓN**

El conjunto de los datos adquiridos mediante procedimientos de Teledetección de aviones o naves espaciales comprenden siempre tres tipos de información (Goillot, 1976):

1. Una información espacial que representa la organización en el espacio físico de los elementos que constituyen la imagen.
2. Una información espectral que caracteriza y puede conducir al conocimiento de la naturaleza de la superficie terrestre.
3. Una información temporal que permite la detección de los cambios operados en la superficie de la Tierra con el transcurso del tiempo.

Además, los sensores remotos, especialmente los radiómetros de barrido multiespectral de la serie de satélites LANDSAT, realizan una percepción muy particular del Medio Ambiente y del paisaje que se caracteriza porque existe una homogeneización de la imagen que es función del nivel de resolución de los sensores o captosres. (Goillot, 1976)

En definitiva, los datos adquiridos a través de Teledetección se caracterizan por las siguientes propiedades (Tricart, 1979):



1. Posibilidad de obtener información sobre aspectos del medio natural que escapan totalmente a nuestros sentidos (ondas de radar, infrarrojo de LANDSAT, etc.). La experiencia natural del hombre es, por lo tanto, nula en estos dominios espectrales, y por esta razón se realizan visualizaciones que tienen una función y utilidad análogas a las fotografías aéreas, y que se denominan imágenes para evitar la confusión.
2. Estas informaciones que son registradas por los sensores, y que miden la cantidad de energía reflejada o emitida por los objetos naturales que componen el paisaje son de tipo numérico, y se prestan al tratamiento matemático. Por otro lado, su extremada abundancia obliga al empleo de grandes ordenadores y métodos de tratamiento de datos muy sofisticados y potentes.
3. Los datos extraídos de los servicios de Teledetección nos revelan ciertos aspectos de los ecosistemas difíciles de estudiar, prácticamente desconocidos, contribuyendo de una forma eficaz al conocimiento de los mismos y de su funcionamiento (detección de enfermedades en las plantas, efectos del estrés debido a la falta de agua, transpiración, régimen térmico, etc.).
4. Por último, la Teledetección permite seguir la evolución de las grandes extensiones forestales que persisten en la superficie del globo, tener una visión de conjunto sobre los efectos producidos por las grandes catástrofes (como por ejemplo, las sequías aterradoras de las regiones saharianas de África) y reconocer ciertos fenómenos de contaminación a gran escala en el cielo y en el mar.

## **E. RESOLUCIÓN DE UNA IMAGEN**

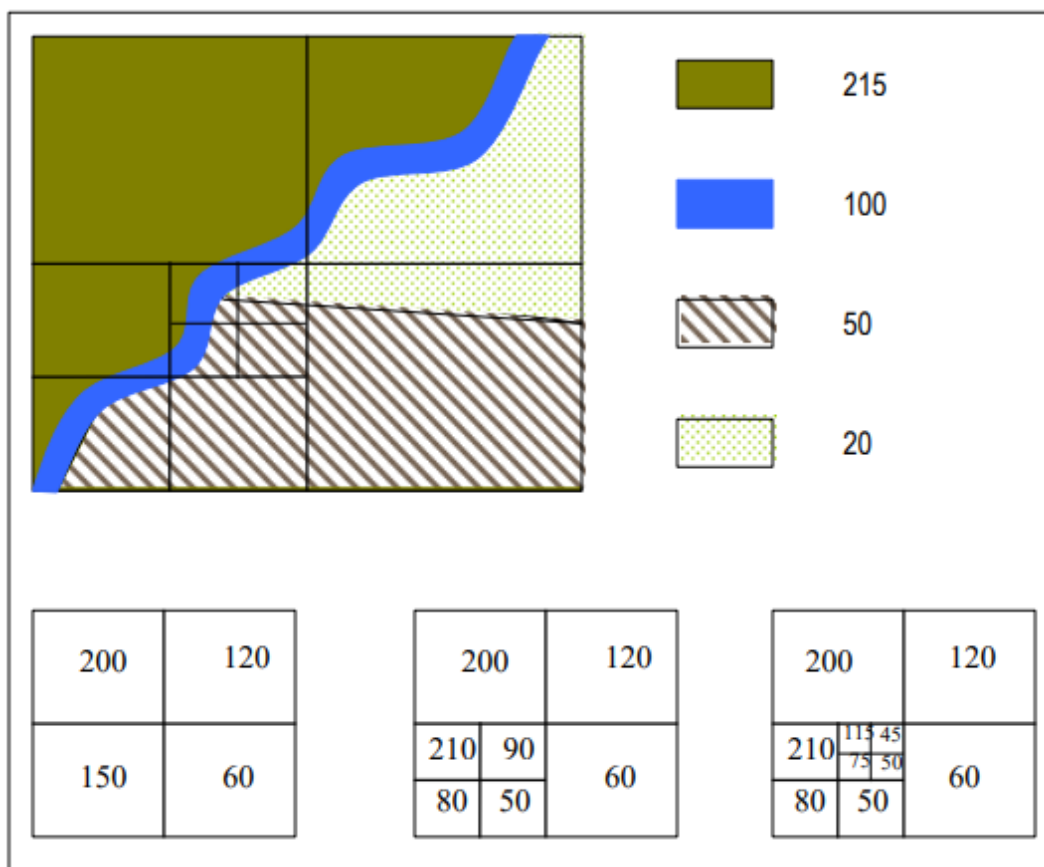
Aquí se describe el número de píxeles que el usuario puede desplegar en un dispositivo, o el área que el píxel representa en la imagen, se considera las resoluciones; espacial o geométrica, espectral, radiométrica y temporal. (Pérez, 2007)

La resolución de un sensor es su habilidad para registrar información en detalle de las distintas cubiertas. La resolución depende de la capacidad de los sensores para distinguir variaciones de la energía electromagnética, del detalle espacial que captura y del número y ancho de las bandas que alberga. (Lillesand, 2000).

## 1. RESOLUCION ESPACIAL

Es el mínimo detalle espacial (píxel) que registra un sensor. Depende del sistema óptico del sensor y de la altitud de la plataforma. (Lillesand, 2000).

**Figura 2: Resolución Espacial**



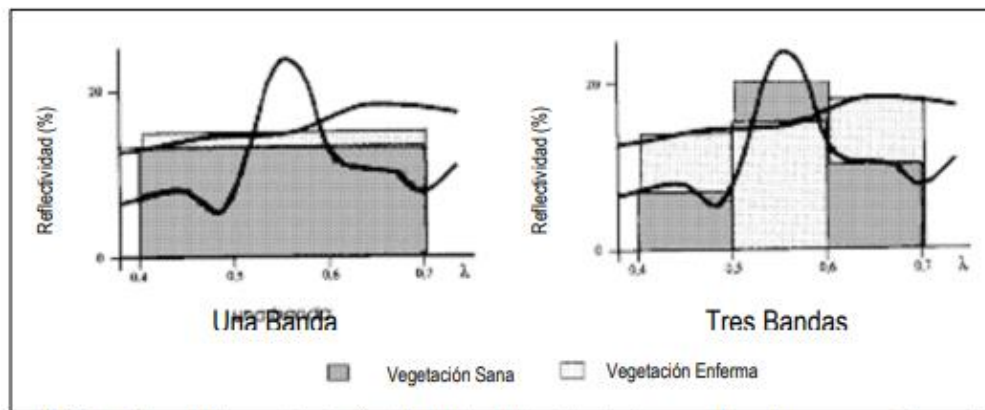
Fuente: Chuvieco, E. Teledetección Ambiental

## 2. RESOLUCION ESPECTRAL

Indica el número y anchura de bandas espectrales que puede discriminar el sensor. Entre mayor sea esta resolución se tendrá información del comportamiento de una misma cobertura en diferentes bandas espectrales. Esta resolución facilita la caracterización espectral de las diferentes cubiertas y entre más estrechas sean estas bandas más coherentes es la información capturada.

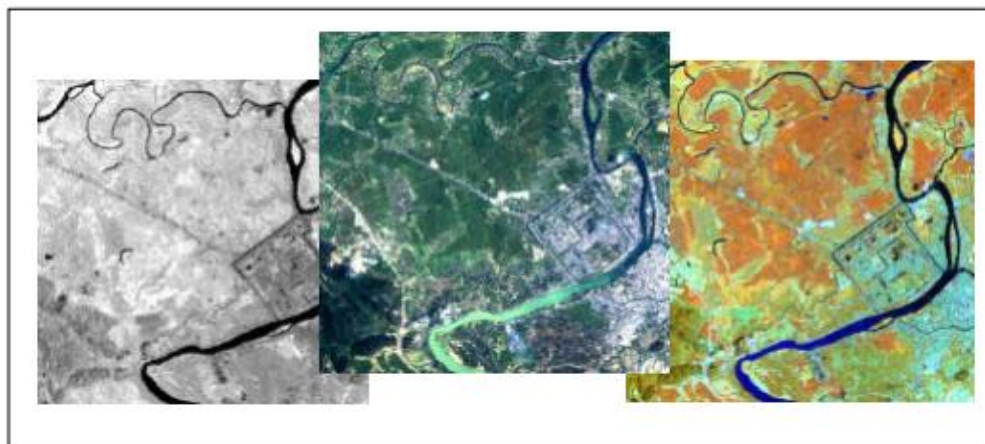
Bandas muy anchas suponen registrar un valor promedio, que puede encubrir la diferenciación espectral entre cubiertas de interés. (Lillesand, 2000).

**Figura 3: Bandas Espectrales**



Fuente: Chuvieco, E. Teledetección Ambiental

**Figura 4: Resolución Espectral**



Fuente: Chuvieco, E. Teledetección Ambiental

### 3. RESOLUCION TEMPORAL

Frecuencia de cobertura que proporciona el sensor. La cadencia temporal de los sistemas espaciales varía de acuerdo a los objetivos fijados. (Lillesand, 2000).

#### **4. RELACIONES ENTRE LOS TIPOS DE RESOLUCION**

Los diferentes tipos de resolución están muy relacionados. El mayor problema deriva de la transmisión de las imágenes a la superficie terrestre. El aumento en cualquiera de los tipos de resolución, implica un incremento considerable en el volumen de los datos a procesar. Por este motivo, cada sistema de Teledetección es diseñado para unos fines específicos. Por ejemplo, si el proyecto está orientado a la detección de fenómenos efímeros en el tiempo, deberá preferirse una mayor resolución temporal, aun sacrificando la resolución espacial, como ocurre con los satélites meteorológicos. Por el contrario, si el proyecto se orienta a la actualización catastral urbana y rural, el detalle espacial resultaría más importante que el temporal. (Lillesand, 2000).

#### **F. BANDAS ESPECTRALES**

Una característica sumamente importante de los sensores de imágenes satelitales es que obtienen información dentro de rangos específicos de longitud de onda dentro del espectro fotomagnético. Esta información es registrada en distintos canales o bandas espectrales. Para visualizar las imágenes satelitales, podemos combinar y visualizar las distintas bandas digitales mediante los tres colores primarios (azul, verde y rojo) que capta el ojo humano. De este modo, es posible visualizar energía de longitudes de onda invisibles al ojo humano, como la luz infrarroja, que puede ser de gran utilidad para estudiar distintos objetos o fenómenos. (Yolanda, 2002).

Conociendo la firma espectral de la cubierta que necesitamos estudiar, podemos clasificar de manera más o menos sencilla, los píxeles correspondientes a dicha cubierta. Así, citando un ejemplo clásico, la vegetación tiene una firma espectral caracterizada por un pico de reflexión en infrarrojo cercano, lo que permite diferenciarla de otras cubiertas que en el rango del visible tengan una respuesta espectral semejante, dentro de la firma espectral, dependiendo de las longitudes de onda analizadas, es posible el análisis particularizado de características de la cubierta bajo estudio. (Chuvienco, 1996).

## **G. SATELITES**

Su impulso se logró cuando el hombre ganó la barrera del espacio. El satélite pionero en la conquista del espacio fue el ruso Sputnik, la palabra satélite hace referencia a un cuerpo que gravita alrededor de una masa preponderante, aquí satélite se refiere a plataformas que son puestas en órbita de manera artificial y en los que se coloca dispositivos llamados sensores. Como los Landsat 1 a 3, en estos se colocaron sensores MSS (Escaner Multi-Espectral); en el Landsat 5, el sensor TM 5 (mapeo telemático) y en el Landsat 7 el sensor ETM +7 ((Enhanced Thematic Mapper). (Pérez, 2007)

## **H. IMÁGENES LANDSAT 8**

El satélite Landsat 8 fue lanzado el 11 de febrero de 2013 en un proyecto conjunto entre el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y la NASA. Se tiene proyectada una vida útil de entre 5 y 10 años, pero puede ser mayor considerando el tiempo de su antecesor, Landsat 7 que aún está activo en órbita luego de más de 17 años muy por encima de sus expectativas. (INEGI. 2011).

Landsat 8 se encuentra orbitando a una distancia de entre 701 y 703 km sobre la superficie terrestre, pasa por un mismo sitio del planeta cada 16 días y a los 8 días del paso de Landsat 7. El satélite captura unas setecientas imágenes cada día y cada escena tiene un cubrimiento de 185 x 180 km.

El producto Landsat es del tipo Level 1T, es decir, con calibración radiométrica y con orto rectificación sustentada con puntos de control en terreno y un modelo digital de elevación (MDE). El desempeño radiométrico es cuantificado sobre un rango dinámico de 12-bits.

Los instrumentos principales de Landsat 8 son el OLI (Operational Land Imager) y el TIRS (Thermal Infrared Sensor). OLI colecta imágenes en nueve bandas espectrales con resolución espacial de 30 m a excepción de la imagen pancromática con 15 metros. OLI arroja un error circular de 12 metros en la precisión cartográfica para un nivel de confianza del 90%. Las escenas capturadas con este sensor permiten distinguir áreas urbanas, cultivos, bosques, usos del suelo, entre otros. (INEGI, 2011)

Características técnicas:

**Tabla 1: Características de las imágenes LANDSAT8**

Atributo	Descripción
<b>Tipo de Producto</b>	Imagen L1T (Precision, Terrain Corrected) – ortorrectificada
<b>Formato de Imagen</b>	Archivo GeoTIFF Metadato en formato texto
<b>Espaciamiento de pixel</b>	15 m Pancromático 30 m Multiespectral
<b>Tamaño de Producto</b>	185 x 185 km
<b>Correcciones Geométricas</b>	Proyectadas a un datum y proyección cartográfica, usando un Modelo Digital de Elevación (SRTM) y puntos de control terrestre (GCP)
<b>Datum Horizontal</b>	WGS84
<b>Proyección Cartográfica</b>	UTM (Universal Transversa de Mercator)
<b>Bandas Espectrales</b>	11 bandas: Aerosol costero (Coastal Aerosol) 430 – 450 nm Azul (Blue) 450 – 510 nm Verde (Green) 530 – 590 nm Rojo (Red) 640 – 670 nm Infrarrojo cercano (NIR) 850 – 880 nm SWIR 1 (SWIR 1) 1570 – 1650 nm SWIR 2 (SWIR 2) 2110 – 2290 nm Pancromático (Pan) 500 – 680 nm Cirrus (Cirrus) 1360 – 1380 nm Infrarrojo térmico (TIRS ) 1 10600 – 11190 nm Infrarrojo térmico (TIRS ) 2 11500 – 12510 nm
<b>Resolución Radiométrica</b>	12 bits

Fuente: INEGI 2011

## **1. CLASIFICACION DE IMAGENES**

En realidad, suelen utilizarse ambos procedimientos ya que son complementarios. La clasificación supervisada utiliza nuestro conocimiento del terreno, pero si este conocimiento no es perfecto pueden escaparse cosas que una clasificación no supervisada detectaría

### **a. CLASIFICACIÓN SUPERVISADA**

Esta es realizada por un operador que define las características espectrales de las clases, mediante la identificación de áreas de muestreo (áreas de entrenamiento). Se requiere también que el operador este familiarizado con el área de interés. (ATGC, 2008)

La clasificación supervisada se basa en la disponibilidad de áreas de entrenamiento. Se trata de áreas de las que se conoce a priori la clase a la que pertenecen y que servirán para generar una signatura espectral característica de cada una de las clases. Se denominan clases informacionales. Estas deben ser áreas lo más homogéneas posibles y en las que sepamos lo que había el día que se tomó la imagen. Por ello esta operación se realiza el mismo día en el que el satélite toma la imagen y luego se compra esta. Otra posibilidad es utilizar fotografía aérea o información de otro tipo. Obtener las características de reflectividad de cada una de las clases implica una simple consulta a las imágenes. La respuesta espectral de una clase será la respuesta espectral media de sus píxeles. (Chuvienco, 1996)

### **b. CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA**

Este método se dirige a definir las clases espectrales presentes en la imagen. Esto implica que los ND (Números Digitales) de la imagen forman una serie de agrupaciones o conglomerados o “clusters” de píxeles con similares características. Basado en esto, la computadora localiza arbitrariamente vectores principales y los puntos medios de los grupos. Luego cada píxel es asignado a un grupo por la regla de decisión de mínima distancia al centroide del grupo. (ATGC, 2008)

En la clasificación no supervisada no se establece ninguna clase a priori, aunque es necesario determinar el número de clases que queremos establecer, y se utilizan algoritmos matemáticos de clasificación automática. Los más comunes son los algoritmos de clustering que divide el espacio

de las variables en una serie de regiones de manera que se minimice la variabilidad interna de los píxeles incluidos en cada región. Cada región de este espacio de variables define de este modo una clase espectral. (Chuvienco, 1996)

El procedimiento consta de una serie de pasos, en cada paso se identifican los dos individuos más próximos, se hace una clase con ellos y se sustituyen por el centroide de la clase resultante. De este modo cada paso analiza un individuo menos que el anterior ya que los individuos van siendo sustituidos por clases. El proceso se detiene cuando se ha alcanzado un número de clases igual al número de clases que había sido establecido a priori. (Chuvienco, 1996)

El resultado final de un proceso de clustering suele ser un dendrograma en el que puede verse como los diversos individuos se aglutinan en clases, primero los que están a una menor distancia (los más parecidos), y como posteriormente las clases se unen entre sí. A partir de un dendrograma podemos elegir el número de clases que queremos mantener en función de diferentes criterios. (Chuvienco, 1996).

## **I. CAMBIO EN LA COBERTURA VEGETAL Y USO DE SUELO**

La mayor parte de los cambios que ocurren en los ecosistemas terrestres se deben a:

- 1) conversión en la cobertura del terreno,
- 2) degradación de la tierra y
- 3) intensificación en el uso del suelo (Lambin, 1994).

Los cambios en el uso del terreno (CUT) son resultado de una compleja interacción entre el ser humano y el medio biofísico. Y actúan sobre un amplio rango de escalas espaciales y temporales (Verburg et al,1999).

Entender las transformaciones en el uso de la tierra, y las fuerzas sociales que los manejan es de crucial importancia para comprender, modelar y predecir el cambio del ambiente a nivel local, regional, así como para manejar y responder a este cambio (Meyer y Turner II, 1994).

La cobertura vegetal, está considerada como una expresión evolutiva de especies vegetales en un sitio y tiempo determinado, este a su vez indica el estado o condición que guarda un determinado



ecosistema; conjuntamente la cobertura vegetal y el uso de suelo, determinan a expresión de la cobertura vegetal o atributos de la superficie terrestre y acciones antrópicas o propósitos humanos interactuando dentro de un espacio biofísico.

Las interacciones en la superficie de un lugar en específico, determinan el funcionamiento de los ecosistemas, afectando a la biodiversidad, al clima local, regional o global, siendo fuentes primarias de degradación de los suelos en un determinado lapso de tiempo, los resultados obtenidos se convierten en una herramienta para caracterizar una región, como un elemento de diagnóstico para el ordenamiento territorial. (Velázquez, Duran, Larrazábal, López, & Medina, 2007)

Al igual que en muchos países tropicales, en Ecuador la deforestación y transformación de uso del suelo es un problema complejo, ocasionado por múltiples causas directas e indirectas (o subyacentes); entre éstas se incluyen, entre otras, la expansión de la frontera agrícola y áreas pobladas; la colonización de zonas selváticas y de páramos; y la transformación de zonas de manglares en camaroneras u otros usos, como opciones más lucrativas que el aprovechamiento del bosque (o vegetación nativa) en pie. (MAE, 2012)

## **J. ECOSISTEMA**

Un ecosistema es una comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales se encuentran interrelacionados. El desarrollo de estos seres vivos se produce en función de los factores físicos de este ambiente compartido. Los ecosistemas reúnen a todos los factores bióticos (plantas, animales y microorganismos) de un área con los factores abióticos del medio ambiente. Se trata, por lo tanto, de una unidad compuesta por organismos interdependientes que forman cadenas tróficas o alimenticias (la corriente de energía y nutrientes establecida entre las 10 especies de un ecosistema con relación a su nutrición). (Briñez et al, 2011).

Según Josse (2001), se llama ecosistema a un espacio geográfico que ha sido delimitado de acuerdo a ciertas características biológicas, físicas y ecológicas propias del lugar nos referimos, por ejemplo, a la cantidad de lluvia, a la temperatura ambiental, la cantidad de luz solar, las especies de animales y plantas encontradas, la disponibilidad de agua, el tipo de suelo, entre otras características biofísicas tienen un comportamiento y características similares que hacen una diferencia sustancial de otros espacios o ecosistemas.

La noción de ecosistema surgió en la década de 1930 para explicar la compleja interacción entre los organismos, los flujos de energía y materiales, y la comunidad en la que viven. A mayor número de especies (es decir, mayor biodiversidad), el ecosistema suele presentar una mayor capacidad de recuperación. Esto es posible gracias a las mejores posibilidades de absorción y reducción de los cambios ambientales. (Briñez et al, 2011).

## **1. ESTRATIFICACIÓN O DISTRIBUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS**

Según Briñez et al (2011), todos los ecosistemas presentan cierto grado de estratificación o disposición en estratos o capas.

La estratificación se refiere a las separaciones entre los organismos y pueden presentarse tanto en el espacio como en el tiempo. En el espacio un ecosistema se puede estratificar ya sea en forma vertical, que es el caso más común, en capas propiamente dichas o en forma horizontal, en círculos concéntricos. Con respecto al tiempo, la estratificación puede deberse a las variaciones causadas por los patrones o ritmos diarios, lunares, estacionales, etc.

De tal manera, la mayoría de plantas y animales presentan marcadas variaciones en cuanto a los ciclos del día y la noche, que se denominan fotoperiodicidad: respuesta de un organismo a las condiciones de luz y oscuridad.

## **2. ESTRATIFICACIÓN VERTICAL**

Cuando el ecosistema se estratifica se presentan capas o estratos; por lo menos existen dos: el superior, por donde penetra la luz, y el estrato inferior, donde se acumula la materia orgánica.

Cada uno de los estratos de un ecosistema posee su propio tipo de alimentos, abrigo, temperatura, luz y condiciones de humedad. Por lo que cada uno de ellos resulta óptimo para las diversas especies vegetales de las que a su vez dependen las diversas especies animales. (Briñez et al, 2011)

Los estratos verticales pueden subdividirse, por lo que, un bosque puede poseer varias capas, según la altura de la vegetación:

- El dosel del bosque lo forman los árboles más altos, que absorben y difunden más de la mitad de energía solar de este ecosistema.
- En la sección siguiente, denominada subpiso, pueden presentarse los individuos más jóvenes de las especies que forman el dosel y otras especies distintas, aquí los árboles disponen de cierta sombra.
- En la tercera sección se encuentran los arbustos, los cuales reciben solo el 10% de la luz solar filtrada a través del dosel y el subpiso.
- La cuarta sección la ocupan las hierbas, helechos y musgo; estos requieren muy poca luz, ya que en un bosque denso sólo 1% de la luz solar llega hasta el suelo. (Briñez et al, 2011)

### **3. ESTRATIFICACIÓN HORIZONTAL**

Este tipo de estratificación estudia la diversidad de la comunidad biológica desde el límite exterior del ecosistema hacia el centro.

La estratificación horizontal generalmente no empieza y termina en forma abrupta, se suele presentar típicamente en los alrededores de zonas con drenaje deficiente que permite la formación de charcos, estanques o ciénagas, donde las comunidades terrestres se mezclan con las acuáticas. Cuando en una zona se da con claridad una zona de transición, por ejemplo, una playa, suelen presentarse fenómenos sucesionales que conducen al establecimiento de comunidades muy ricas denominadas ecofonos. (Briñez et al, 2011)

## **K. HUMEDALES**

### **1. DEFINICION**

Se entiende por humedal a aquellas zonas donde la tierra se encuentra cubierta de agua, generalmente, debido a que la capa freática se encuentra cerca de la superficie; de modo que el agua es el principal factor que determina las características del medio, incluyendo la flora y fauna. (Ramsar, 2007).

Los humedales se pueden clasificar, según el tipo de cuerpo de agua con el que se relacionan; así tenemos los siguientes tipos de humedales (Ramsar, 2007):

- Lacustres: son humedales relacionados a lagunas naturales de aguas dulces, saladas o salobres.
- Estuarinos: aquellos humedales conectados a la desembocadura de ríos, por lo que contienen aguas salobres, entre estos humedales, resalta la formación de ecosistemas de manglares.
- Marino-costeros: son los humedales relacionados principalmente a la presencia de agua marina y las zonas intermareales.
- Ribereños: aquellos humedales presentes en las riberas de los ríos.
- Palustres: son aquellos relacionados a zonas pantanosas como marismas y ciénagas.
- Artificiales: son reservorios de agua construidos por las sociedades humanas.

Según Barbier et al (1997), los humedales son ecosistemas cuya característica es la presencia de agua durante periodos prolongados como para altera los suelos, su flora y fauna de tal forma que el suelo no actúa como en los hábitat acuáticos o terrestres.

La definición más utilizada es la dada por la Convención Ramsar "que abarca todos los lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, reservorios y salinas". Además adiciona, que a efectos de la presente Convención son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" y "podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal".

## 2. IMPORTANCIA

Los humedales son ecosistemas que se caracterizan por ser diversos y productivos, presentan una gran importancia para la biodiversidad y para el funcionamiento de todos los ecosistemas. Además, son áreas significativas en el mundo ya que constituyen el hábitat fundamental de muchas especies.

En el mundo la cantidad y calidad del agua es un motivo de preocupación, es por ello que preservar los humedales es prioritario ya que ofrecen una base sólida para garantizar la protección y restauración del recurso hídrico, proporcionando suministros seguros, a la vez que se mejora la asignación y la gestión del agua.

El ciclo hidrológico a nivel global y local depende de los humedales, la cubierta terrestre influye en la retención y los flujos de agua, por tanto, en la disponibilidad y recarga a niveles superficiales como subterráneos.

Controlan la erosión y transporte de sedimentos, incrementando la resiliencia de peligros naturales y eventos extremos adaptándose al cambio climático.

Los humedales ofrecen una serie de servicios beneficiosos para las personas, la sociedad y la economía en general, llamados servicios ecosistémico, relacionados estrechamente con la seguridad alimentaria, seguridad laboral (mantenimiento de la pesca, calidad del suelo para la agricultura), recreación y turismo, valores culturales y espirituales.

Los humedales son espacios complementarios a infraestructuras artificiales relacionadas con el agua ofreciendo una gama de servicios y beneficios para la planificación y gestión de cuencas hidrográficas. (Brink, 2013)

## **VI. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

#### **1. Localización del área de estudio**

La presente investigación se llevó a cabo en la zona norte de la Provincia de Chimborazo que según el PDOT cuenta con un área aproximada de 280929,73 ha. repartidas entre cinco cantones.

- Chambo 164,1595 Km<sup>2</sup>
- Colta 836,036741 Km<sup>2</sup>
- Guano 459,672802 Km<sup>2</sup>
- Penipe 366,41588 Km<sup>2</sup>
- Riobamba 981,299889 Km<sup>2</sup>

## 2. Ubicación Geográfica

Coordenadas Proyectadas UTM Zona 17S, DATUM WGS 84

## 3. Características climáticas

Según el PDOT la Provincia presenta las siguientes características:

**Tabla 2: Características climáticas**

	Mínima	9 <sup>0</sup> C
<b>TEMPERATURA</b>	Máxima	24 <sup>0</sup> C
	Media	14 <sup>0</sup> C
<b>PRECIPITACIÓN</b>	500 - 2000 mm	

## 4. Características Ecológicas

Según el mapa de ecosistemas del Ecuador Continental publicado por el MAE (Julio 2013), la provincia de Chimborazo posee.

**Tabla 3: Características ecológicas**

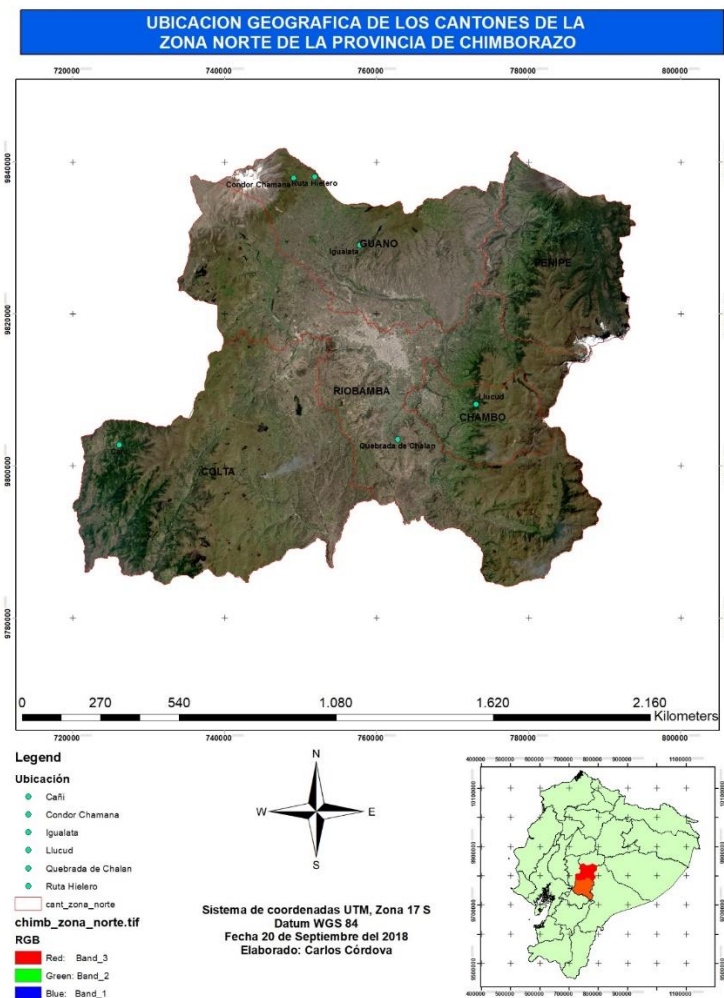
Cobertura	Símbolo	Código	Área	% Superficie Provincial
Afloramiento Rocoso	Osa	34	1028,13	0,16
Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes	AsMn01	108	4383,73	0,67
Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo	AsAn01	109	22346,60	3,44
Bosque siempreverde del Páramo	BsSn01	110	1581,97	0,24
Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes	BsAn03	111	7139,41	1,10
Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	BsAn01	112	9689,74	1,49

Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	BsAn02	113	9310,50	1,43
Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes	BsBn04	114	2142,66	0,33
Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes	BsMn03	115	12137,50	1,87
Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	BsMn01	116	8,14	0,00
Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	BsMn02	117	5612,73	0,86
Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes	BsPn01	118	3038,68	0,47
Herbazal del Páramo	HsSn02	119	143901,00	22,14
Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo	HsSn03	120	1343,56	0,21
Herbazal húmedo subnival del Páramo	HsSn01	121	870,79	0,13
Herbazal inundable del Páramo	HsSn04	122	61,44	0,01
Herbazal ultrahúmedo subnival del Páramo	HsNn02	123	1738,32	0,27
Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo	HsNn03	124	21114,90	3,25
Intervención	INte	107	396195,73	60,95
Laguna	ANg	20	1735,36	0,27
Nieve y Hielo	OGn	30	3286,62	0,51
Ríos	ANr	7	582,40	0,09
Sin Información	Slni	105	812,21	0,12
<b>TOTAL</b>			<b>650062,12</b>	<b>100,00</b>

**Fuente:** Categorización de los Ecosistemas de la Provincia de Chimborazo, MAE 2013



## Mapa 1: Ubicación geográfica del área de estudio



## B. MATERIALES Y EQUIPOS

### 1. Materiales de campo e informáticos

- Libreta de campo, lápiz, bolsas plásticas, flexómetro, prensa de madera, papel periódico. Piola.
- Imágenes satelitales “LANDSAT 8”, software ArcGis 10.3, software Envi 5.3, Word, Excel.

## **2. Equipos**

- GPS Garmin (ETREX 20), Laptop (Toshiba Intel®), Cámara fotográfica (NIKON COOLPIX P520), Calculadora, Vehículo.

## **C. METODOLOGÍA**

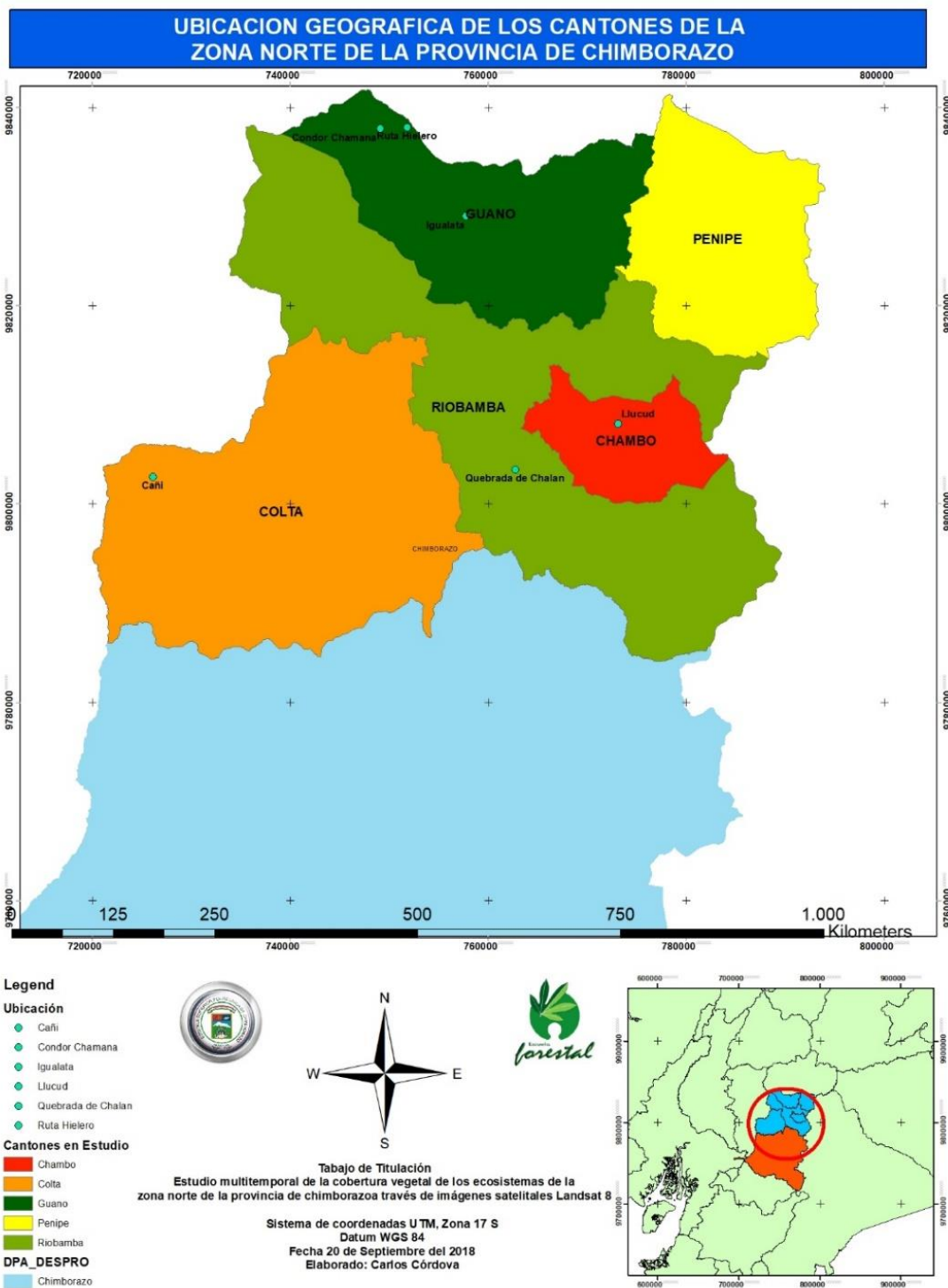
El presente estudio se realizó dentro de los 5 cantones que conforman la zona norte de la provincia de Chimborazo entre los años 2013, 2015 y 2018, dentro del cual se agrupó un conjunto de tareas y algoritmos para el proceso de análisis de la cobertura vegetal a través de la clasificación no supervisada con la ayuda del software ArcGis 10.3, la principal fuente para realizar este estudio fueron imágenes satelitales LANDSAT 8 de los años correspondientes. Cada imagen fue sometida a un proceso de rectificación y su posterior análisis.

Se realizaron visitas de campo a los respectivos puntos de muestreo previamente establecidos en el estudio realizado en el 2013 por el GADPCH en los cuales se hizo la respectiva recolección de especies vegetales diagnosticas de cada ecosistema bajo un margen cualitativo de selección, además se tomaron los respectivos puntos GPS de los sitios de recolección, Se recolectaron dos muestras por especie las mismas que fueron prensadas y llevadas al Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo “ESPOCH” donde se realizó su respectiva herborización, identificación y montaje de la especie.

### **1. Delimitación del área de estudio**

Para la delimitación del área de estudio nos hemos basado en la caracterización de Ecosistemas de la zona norte de la Provincia de Chimborazo publicada por el GADPCH a través del estudio realizado en el 2013 y la correspondiente identificación mediante visitas de campo dentro de los 5 cantones correspondientes a la zona en estudio.

Mapa 2: Ubicación geográfica de los cantones de la zona norte de provincia de Chimborazo



## **2. Determinar los tipos de ecosistemas a través de imágenes satelitales**

### **a. Análisis y selección de las Imágenes Satelitales**

Una vez obtenidas las imágenes satelitales LANDSAT 8 de los respectivos años, estas fueron sometidas a un análisis y selección de las imágenes que se utilizaron en el estudio a las cuales se les aplicaron las respectivas correcciones tomando en cuenta los siguientes parámetros:

- Datum WGS84
- Sistemas de Coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator)
- Zona 17s (hemisferio sur)

### **b. Elaboración de Cartografía Base**

Se elaboró un mapa con los Ecosistemas basados en el sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental el cual se encuentra manejado actualmente por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, estableciendo así los Ecosistemas presentes en la Provincia de Chimborazo cuya clasificación nos permitió tener una información estandarizada y realizar su respectivo análisis espacial.

La cartografía contó con las siguientes especificaciones técnicas:

Sistema de referencia: WGS 84

Proyección: UTM

Zona: 17 Sur

Para esto se generaron procesos de edición, revisión y control de la información cartográfica, geográfica, imágenes satelitales, en el software ArcGis 10.3, para la corrección de errores como; incorporación de elementos omitidos, corrección de elementos que no llegan a empatar con otros, u otras que no deberían intersecarse, y las debidas correcciones atmosféricas de las imágenes seleccionadas.

### **3. Analizar tendencia de cambio para el área de estudio desde el 2013 hasta el 2018**

#### **a. Elaboración de mapas de cobertura vegetal de los años 2013, 2015 y 2108**

Con las imágenes satelitales seleccionadas previamente bajo los siguiente parámetros calidad visual; mínima presencia del porcentaje de nubes para el área estudiada y años particulares de interés, estas fueron sometidas a un proceso de georreferenciación, corte y delimitación dependiendo del área y tiempo de estudio, describiendo así los atributos respecto a la clasificación ecosistémica en base a la clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013).

Se definieron en total para la zona en estudio 17 categorías las misma que fueron tomadas del estudio previo sobre Categorización de Ecosistemas realizado por GADPCH en el 2013, además estas categorías se encuentran en el Sistema de clasificación de Ecosistemas del Ecuador continental manejado por el MAE.

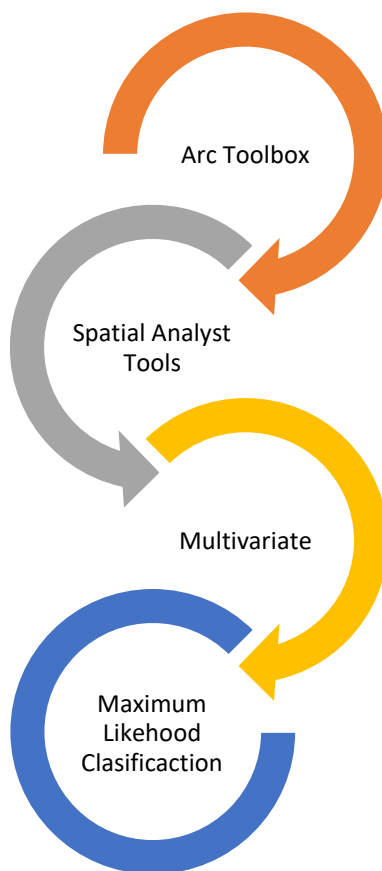
Cabe recalcar que para realizar la categorización se aumentó las categorías de zonas antrópicas (Intervención) y zona Urbana.

Definidas una vez las clases se procedió a la clasificación no supervisada en el programa ArcGis 10.3, en lo cual cada imagen recibió el mismo tratamiento y obtener así mapas similares representando así el área que abarca cada ecosistema o cada clase dentro de los años 2013, 2015 y 2018.

#### **b. Proceso de clasificación.**

Con las imágenes satelitales seleccionadas y corregidas se procedió a obtener las firmas espectrales respectivas a los ecosistemas y en base a las clases ya descritas creando de esta manera un archivo. gsg el cual guarda la información para iniciar el proceso de clasificación en el cual se detalla las características de las diferentes categorías en las imágenes satelitales.

Una vez listas ya corregidas las imágenes satelitales, las clases definidas y las firmas espectrales detalladas en el archivo. gsg se procedió a correr el algoritmo de máxima probabilidad para la clasificación de las imágenes.

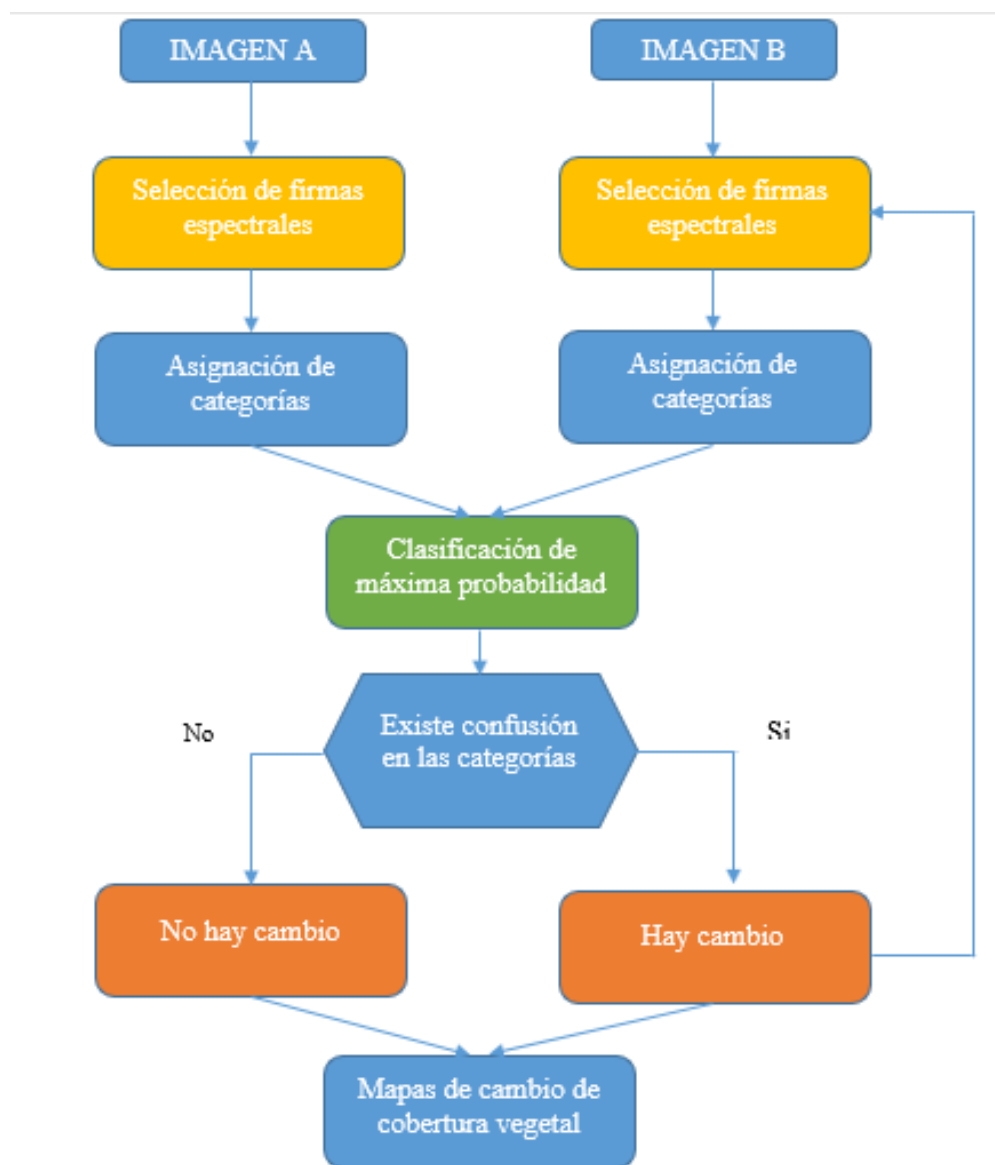
**Figura 5: Algoritmo de máxima probabilidad**

Fuente: Córdova C. 2018

Mediante la observación y comparación entre el periodo cercano a la actualidad y los periodos anteriores, se adaptó el archivo shapefile de puntos a la realidad del terreno que presentaba la imagen en cada uno de los años en estudio.

Se realizó una clasificación no supervisada de las imágenes con la finalidad de que presenten información categorizada de la cobertura vegetal, así la clasificación se basó tanto el tipo de resultado arrojado por el software, la interpolación de polígonos entre ecosistema, mediante la comprobación y observación directa de la imagen satelital.

**Figura 6: Algoritmo de clasificación de imágenes**



Fuente: Córdova C. 2018

### c. Determinación de la cobertura vegetal

Para el cálculo de la cobertura vegetal y uso de suelo se aplicó el método de clasificación no supervisada de máxima probabilidad por ser un método que utiliza algoritmos matemáticos de clasificación automática, en este caso no se cuenta con información o conocimiento previo del área de estudio, nos basamos netamente en las imágenes satelitales en la cual se establecen muestras

con las que se iniciara el proceso de clasificación y la respectiva cuantificación de la cobertura vegetal entre los años 2013, 2015 y 2018

Para determinar la tasa de cambio que ha ocurrido en el tiempo de estudio se elaboró un análisis estadístico en el cual se tomó en cuenta todas las áreas de las categorías establecidas y realizar una sumatoria de cada una para realizar una comparación estadística con tablas y gráficos en los cuales se detalla área y porcentaje representativo de las categorías dentro de cada cantón en estudio de la Provincia.

#### **d. Cálculo de exactitud de clasificación**

Para determinar la exactitud de la clasificación la calculamos dividiendo el número total de píxeles correctamente clasificados por el número total de píxeles de referencia y expresándolo como porcentaje. En nuestro caso tenemos que:

#### **4. Delimitación de humedales**

Para delimitar humedales se la realiza de igual manera mediante el procesamiento de las imágenes satelitales, una vez hecha la categorización y todo el proceso de clasificación no supervisada se obtiene la categoría de cuerpos de agua los mismo que son sometido a un proceso de cuantificación de área, esta categoría en especial para la delimitación de los cuerpos de agua debido a la resolución de las imágenes satelitales LANDSAT8 se tuvo que realizar a través del software ArcGis una sobreposición de tanto el mapa final con las categorizaciones la imagen satelital tratada y el base-map o mapa base del mismo ArcGis.

Se verifico con cada mapa los cuerpos de agua clasificados y se agregaron los cuerpos de agua que debido a su pequeña extensión durante el proceso de clasificación no fueron identificados, se crearon nuevos shapefiles de esta categoría los mismos que al finalizar fueron agregados a esta clase para su cálculo respectivo de área.

En este caso se elaboraron mapas para cada cuerpo de agua o cuerpos de agua como en el caso de los humedales que se encuentran en el sector de Condor Chamana para poderlos observar.



## 5. Levantamiento de información en campo

Para el levantamiento de información en campo se realizaron entre 2 a 3 salidas por semana con el fin de realizar una observación directa de los sitios seleccionados para de esta manera comprobar el estado actual de los ecosistemas y realizar la recolección del material vegetal correspondiente a cada sitio.

**Tabla 4: Sitios de muestreo**

CANTON	PARROQUIA	SITIO	ECOSISTEMAS
	San Isidro	Igualta	Paramo
Guano	San Andrés	Condor Chamana	Paramo
	San Andrés	Las Abras	Paramo
Riobamba	Punin	Quebrada de Chalan	Bosque
Chambo	Matriz	Llucud	Bosque
Colta	Cañi	Cañi	Paramo

## 6. Recolección de especies dominantes y representativas de la zona

Para la recolección de las especies diagnósticas de los sitios de muestreo se lo hizo en base a un proceso de selección cualitativo escogiendo las especies con mayor abundancia que pudieran ser observadas en estos sitios, para esto se realizaron visitas de campo a los puntos de muestreos establecidos y por medio de observación directa se seleccionaron las especies de mayor abundancia en el sitio siendo para los ecosistemas de páramo especies herbáceas y arbustivas las de mayor abundancia y en los ecosistemas de bosques se encontraron en mayor abundancia especies arbustivas y arbóreas mismas que fueron recolectadas e identificadas en el herbario de la ESPOCH.

Los ejemplares ya recolectados debían incluir idealmente flores, frutos y partes vegetativas. En muchos casos esto no fue posible, pues la fructificación y la floración no se presentan al mismo tiempo.

Los ejemplares fueron recolectados en bolsas plásticas, en donde fueron guardados los materiales hasta su preparación para el secado. Se anotaron los datos de la colecta, como la fecha, localidad de muestreo, nombre del colector, altitud, hábitat, condiciones del tiempo en el momento de la colecta y si se conocen las plantas que están alrededor se anotan los nombres. Es decir, todos aquellos datos que nos permitieron identificar y conocer la procedencia de las muestras.

Se recolectaron dos muestras de las cuales una reposará en el herbario de la ESPOCH y la otra será enviada al Herbario Nacional del Ecuador el mismo que fue adscrito al Instituto Nacional de Diversidad con la sede en Quito. Prensado y secado de las muestras

Los ejemplares, con su etiqueta de reconocimiento, fueron colocados en un pliego de papel periódico. Los distintos pliegos se fueron poniendo unos sobre otros de forma ordenada, introduciendo entre ellos almohadillas secantes o varios papeles de periódico que faciliten la extracción de la humedad. Una vez que hayamos formado una pila de pliegos y papel secante, la misma debe ser prensada.

A tal efecto, se utilizan habitualmente unas prensas formadas por dos fuertes planchas de madera, entre las que se colocan los pliegos apilados, y que se aprietan, bien por medio de dos ejes tornillos con tuercas, o bien por medio de unas correas para ser colocados en un horno para su secado en el cual reposó de 3 a 4 horas.

## **7. Identificación y montaje de las muestras**

Cuando la planta ya se encuentra totalmente seca se coloca sobre una cartulina blanca, a la que se fijó con unas tiras adhesivas que permitan desmontar el material en caso de que fuera necesario. En algunos casos fue conveniente pegar un sobre en el pliego para poder poner semillas, frutos o algunos fragmentos que se han desprendido de la muestra.

Una vez determinado el material se elaboró una etiqueta definitiva, la cual fue pegada en la esquina inferior derecha de la cartulina, con al menos los siguientes datos:

Nombre del herbario y las siglas con las que se conoce internacionalmente.

Nombre científico del taxón, incluida la autoría del mismo.

Localidad donde se ha efectuado la recolección (provincia, lugar, coordenadas U.T.M.).

Hábitat, altitud, orientación.

Fecha de la recolección.

Nombre de la persona que llevó a cabo la recolección.

Nombre de la persona que ha determinado o identificado el taxón.

## **8. Índice de similitud**

El índice de similitud se lo elaboro a través de clunsterin con ayuda del software PAST 3.0 a través del cual logramos evidenciar de acuerdo a las especies recolectadas y las zonas de vida obtenidas a través de los mapas cuan parecidos son estos ecosistemas en su composición.

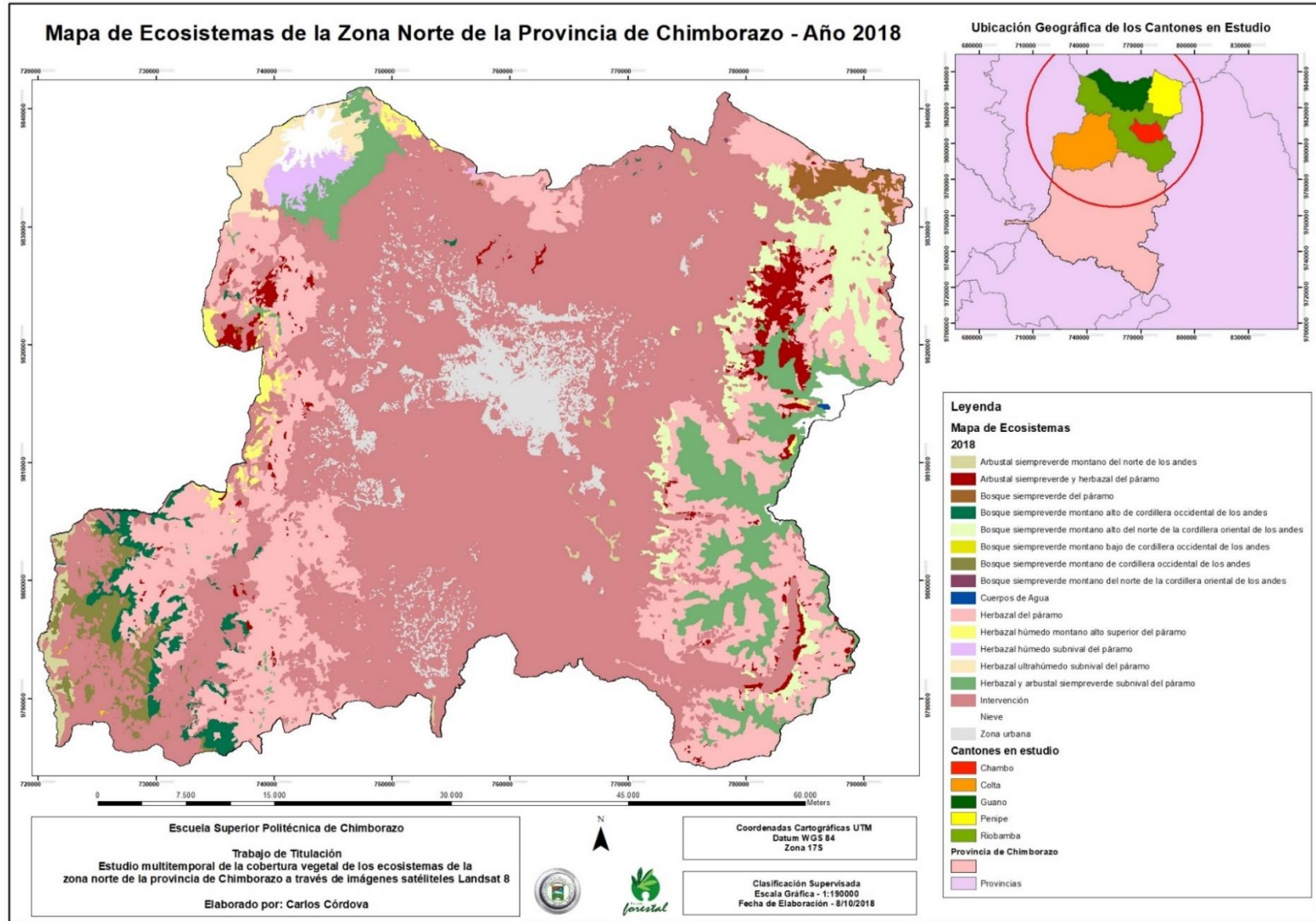
## **VII. RESULTADOS**

### **A. DETERMINAR LOS TIPOS DE ECOSISTEMAS A TRAVÉS DE IMÁGENES SATELITALES**

A través del proceso de clasificación no supervisada correspondientes a los 5 cantones en Estudio con imágenes satelitales LANDSAT8, las mismas que fueron sometidas a igual proceso para los años en estudio 2013, 2015 y 2018 a través del software ArcGis 10.3 se logró identificar los 17 tipos de Ecosistemas que se encuentran dentro del Sistema de Clasificación del Ecuador continental manejado actualmente por el MAE, los cuales son:

1. Arbustal siempreverde montano del norte de los andes
2. Arbustal siempreverde y herbazal del páramo
3. Bosque siempreverde del páramo
4. Bosque siempreverde montano alto de cordillera occidental de los andes
5. Bosque siempreverde montano alto del norte de la cordillera oriental de los andes
6. Bosque siempreverde montano bajo de cordillera occidental de los andes
7. Bosque siempreverde montano de cordillera occidental de los andes
8. Bosque siempreverde montano del norte de la cordillera oriental de los andes
9. Cuerpos de Agua
10. Herbazal del páramo
11. Herbazal húmedo montano alto superior del páramo
12. Herbazal húmedo subnival del páramo
13. Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo
14. Herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo
15. Intervención
16. Nieve
17. Zona urbana

Mapa 3: Mapa de ecosistemas de la zona norte de la provincia de Chimborazo



## **B. ANALIZAR TENDENCIAS DE CAMBIO PARA EL ÁREA DE ESTUDIO ENTRE LOS AÑOS 2013, 2015 Y 2017.**

### **1. Categorización y cobertura vegetal para los años 2013, 2015 y 2018**

De acuerdo a la tabla se puede evidenciar que la categoría que predomina dentro de los 5 cantones en la zona norte de la provincia en el año 2013 es la zona de intervención con 53% del total del área en estudio seguido esta por la categoría herbazal del páramo ocupando el 23,30% de área total siendo el ecosistema con mayor dominancia dentro de los cantones en estudio presentando 65775.26ha, la categoría herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo ocupa el 5,709% de la cobertura total en los 5 cantones mostrando mayor presencia en la parte oriental, específicamente en los cantones Chambo, Riobamba y Penipe, en margen a los porcentajes obtenidos en la categorización y cobertura vegetal podemos evidenciar que en menor cantidad la categoría de bosque siempre verde montano del norte de la cordillera oriental de los andes se encuentra con 0,006.

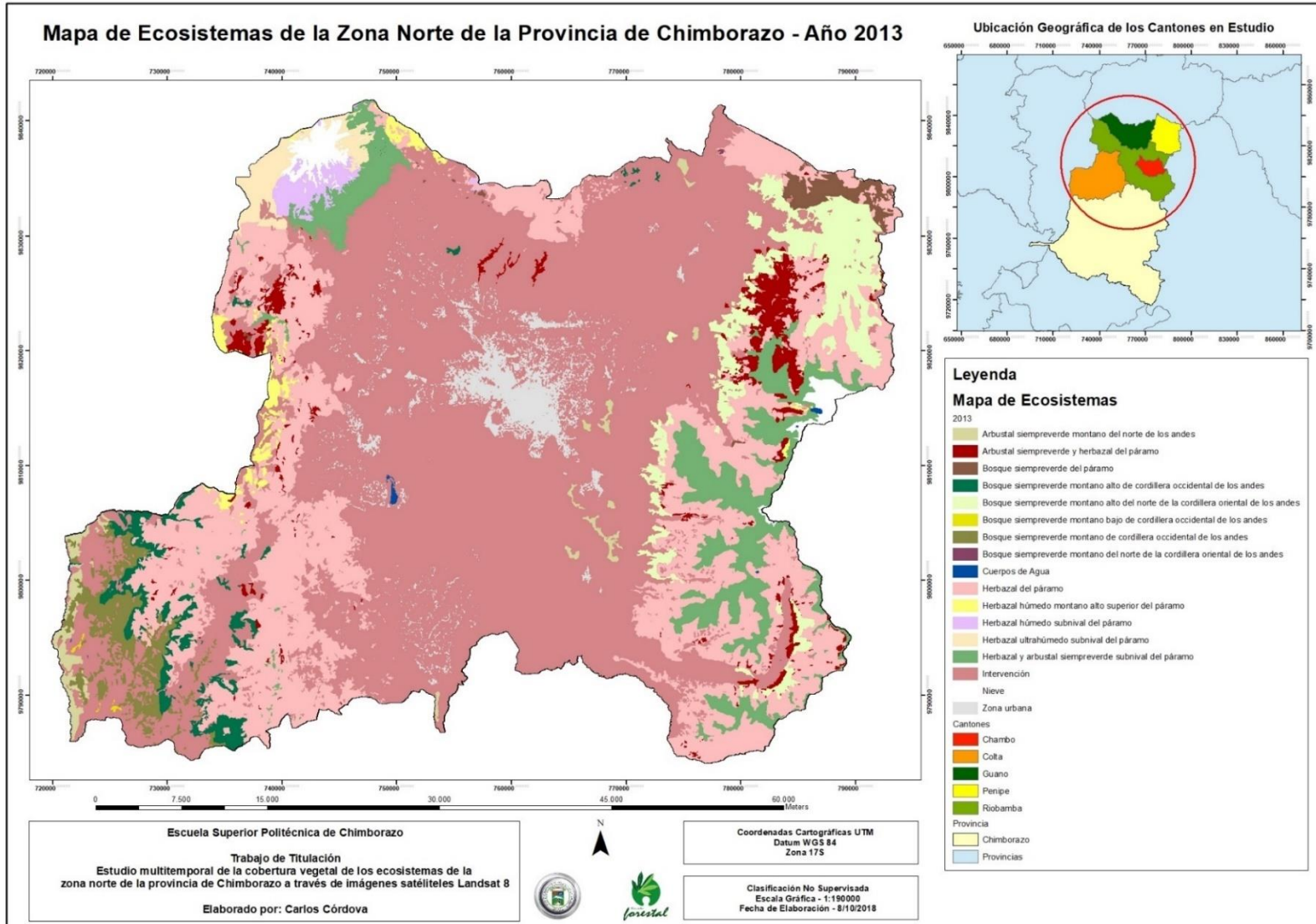
**Tabla 5: Categorización y cobertura para los años 2013, 2015 y 2018**

<b>Tiempo</b>	<b>2013</b>		<b>2015</b>		<b>2018</b>	
<b>Clases</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Arbustal siempreverde montano del norte de los andes	2319,6	0,822	1971,41	0,698	1729,39	0,613
Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	6257,69	2,217	5845,16	2,071	5556,35	1,968
Bosque siempreverde del páramo	2012,79	0,713	1972,65	0,699	1946,01	0,689
Bosque siempreverde montano alto de cordillera occidental de los andes	4185,74	1,483	3864,96	1,369	3642,16	1,290
Bosque siempreverde montano alto del norte de la cordillera oriental de los andes	11520,81	4,081	10953,68	3,880	10557,94	3,740
Bosque siempreverde montano bajo de cordillera occidental de los andes	72,72	0,026	42,3	0,015	25,5	0,009
Bosque siempreverde montano de cordillera occidental de los andes	5197,8	1,841	4398,33	1,558	3895,8	1,380
Bosque siempreverde montano del norte de la cordillera oriental de los andes	15,75	0,006	13,35	0,005	11,23	0,004
Cuerpos de Agua	166,79	0,059	163,04	0,058	153,14	0,054
Herbazal del páramo	65775,26	23,300	62498,15	22,139	60228,9	21,335
Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	2361,08	0,836	2194,73	0,777	2081,84	0,737
Herbazal húmedo subnival del páramo	1989,7	0,705	1983,96	0,703	2064,87	0,731
Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo	2910,87	1,031	2874,49	1,018	2849,35	1,009
Herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo	16115,83	5,709	15981,82	5,661	15885,11	5,627
<b>Intervención</b>	<b>150437,08</b>	<b>53,290</b>	<b>153118,32</b>	<b>54,239</b>	<b>154967,53</b>	<b>54,894</b>
Nieve	2751,44	0,975	2751,31	0,975	2664,7	0,944
<b>Zona urbana</b>	<b>8210,41</b>	<b>2,908</b>	<b>11969,76</b>	<b>4,240</b>	<b>14030,79</b>	<b>4,970</b>
<b>Total</b>	<b>282301,36</b>	<b>100</b>	<b>282597,42</b>	<b>100,10</b>	<b>282290,61</b>	<b>100</b>

Para el año 2015 se puede observar que la zona de intervención ocupa la mayor extensión dentro de los 5 cantones en estudio con un porcentaje de 54,24%, en la diferencia de 2 años se evidencia un crecimiento de la zona de intervención en aproximadamente 2% en comparación con el año 2013, la categoría de herbazal del páramo es el ecosistema que presenta la mayor influencia dentro de la zona de estudio ocupando 22,14% en el cual se evidencia una pérdida del 1.1% dentro de los 2 primeros años de estudio, la categoría herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo presenta un 5,66 % dentro de esta categorización, permaneciendo con una mayor área en el lado Oriental, también podemos evidenciar que la zona urbana aumento en aproximadamente un 2% ocupando en 4,24% del total del área en estudio. En cuanto a las categorías de Bosque siempreverde montano bajo de la cordillera occidental de los andes y Bosque siempre verde montano del norte de la cordillera Oriental de los Andes presentan una ligera disminución en sus áreas, siendo las categorías con menos porcentaje de presencia dentro los 5 cantones en estudio.

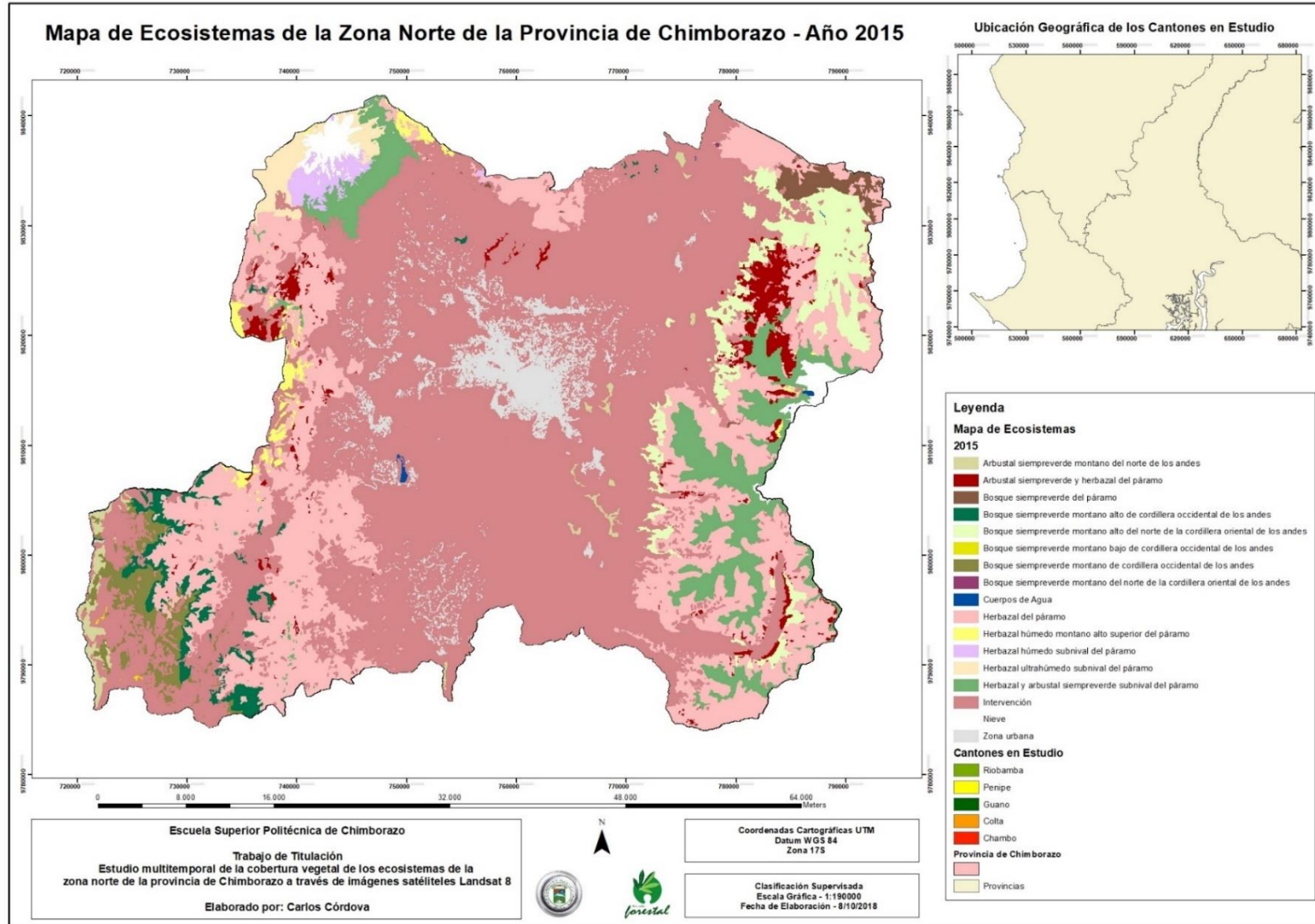


**Mapa 4: Ecosistemas de la zona norte de la provincia de Chimborazo para el año 2013**

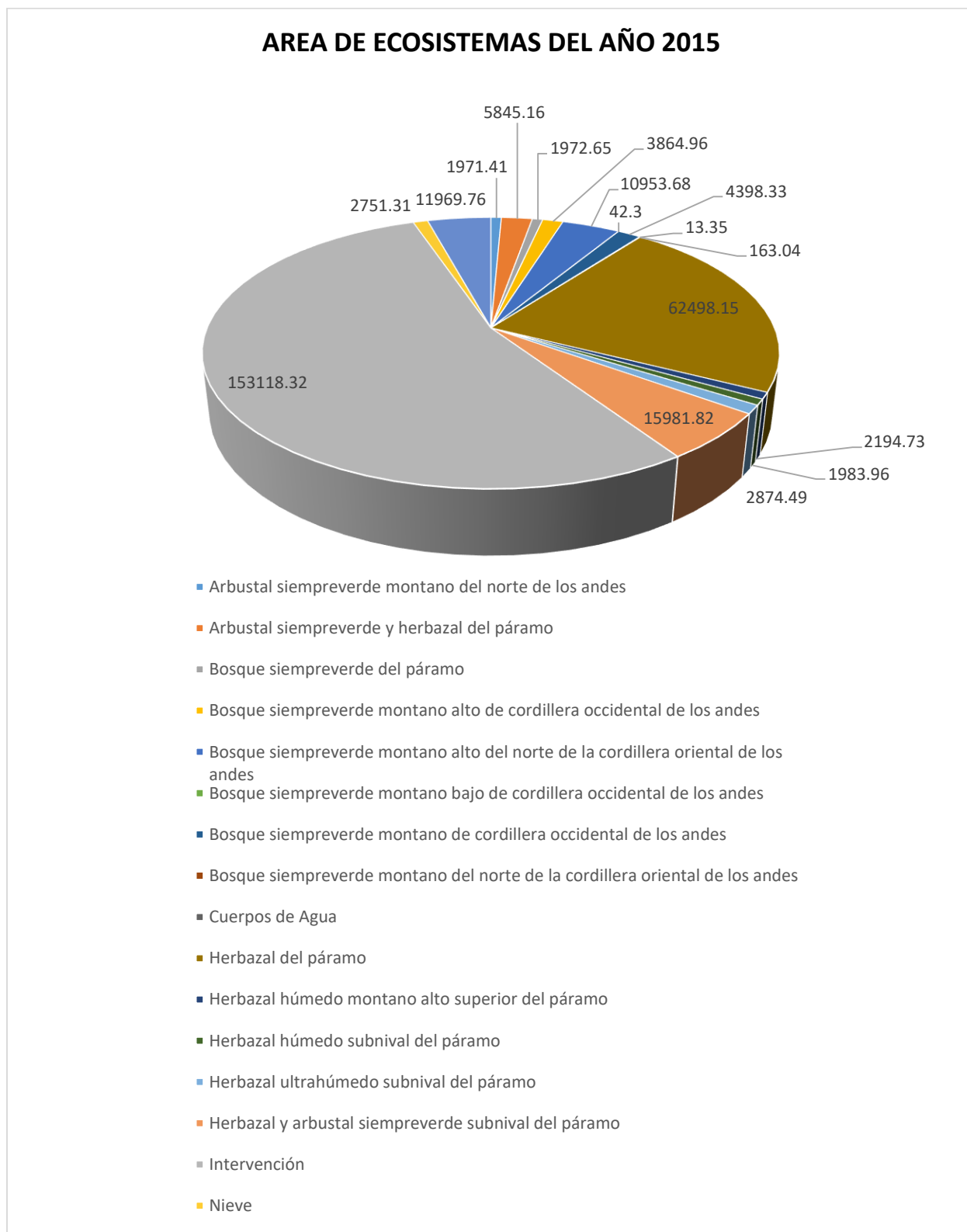




Mapa 5: Ecosistemas de la zona norte de la provincia de Chimborazo para el año 2015

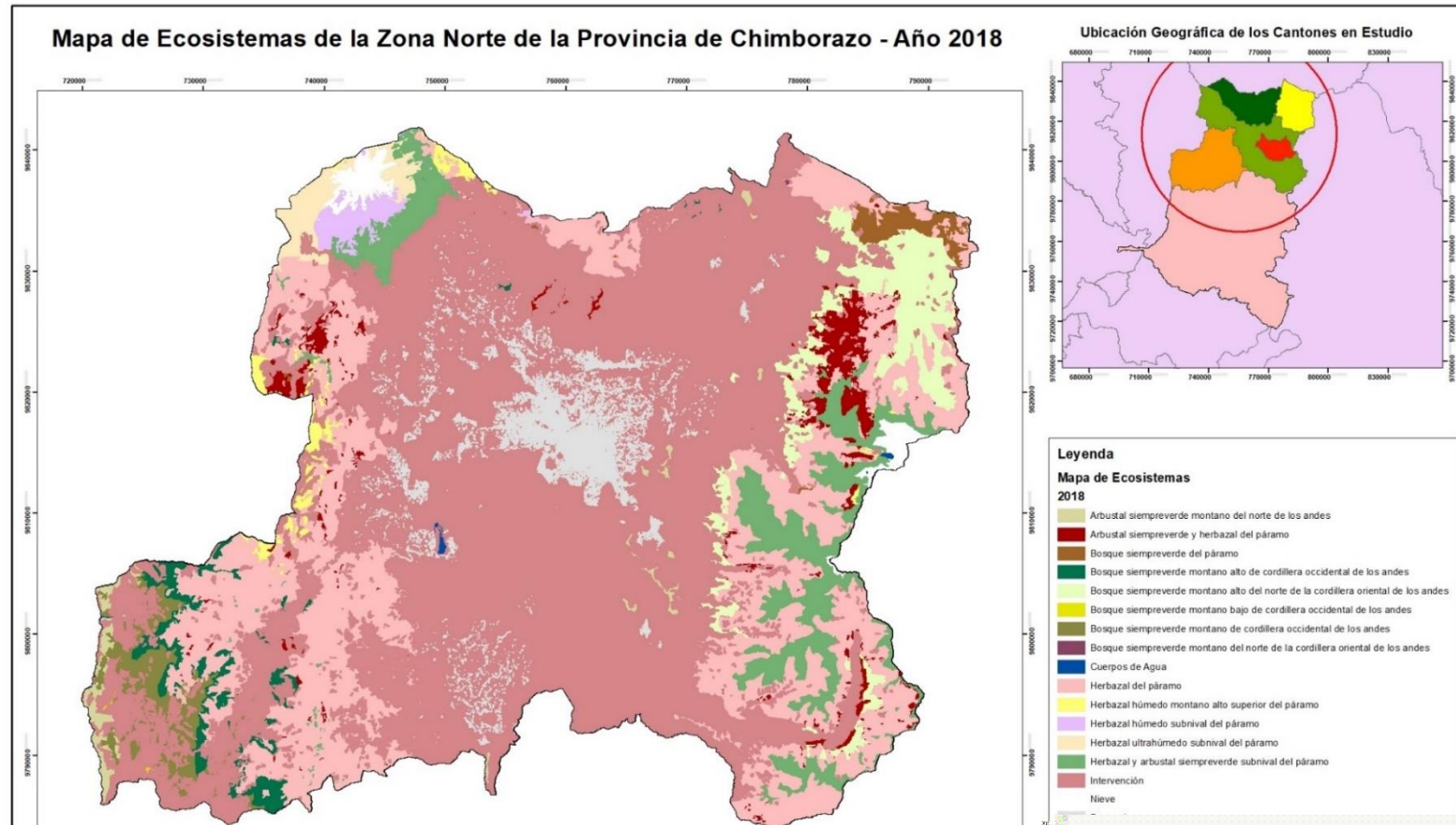


**Figura 8: Área de ecosistemas para el año 2015**

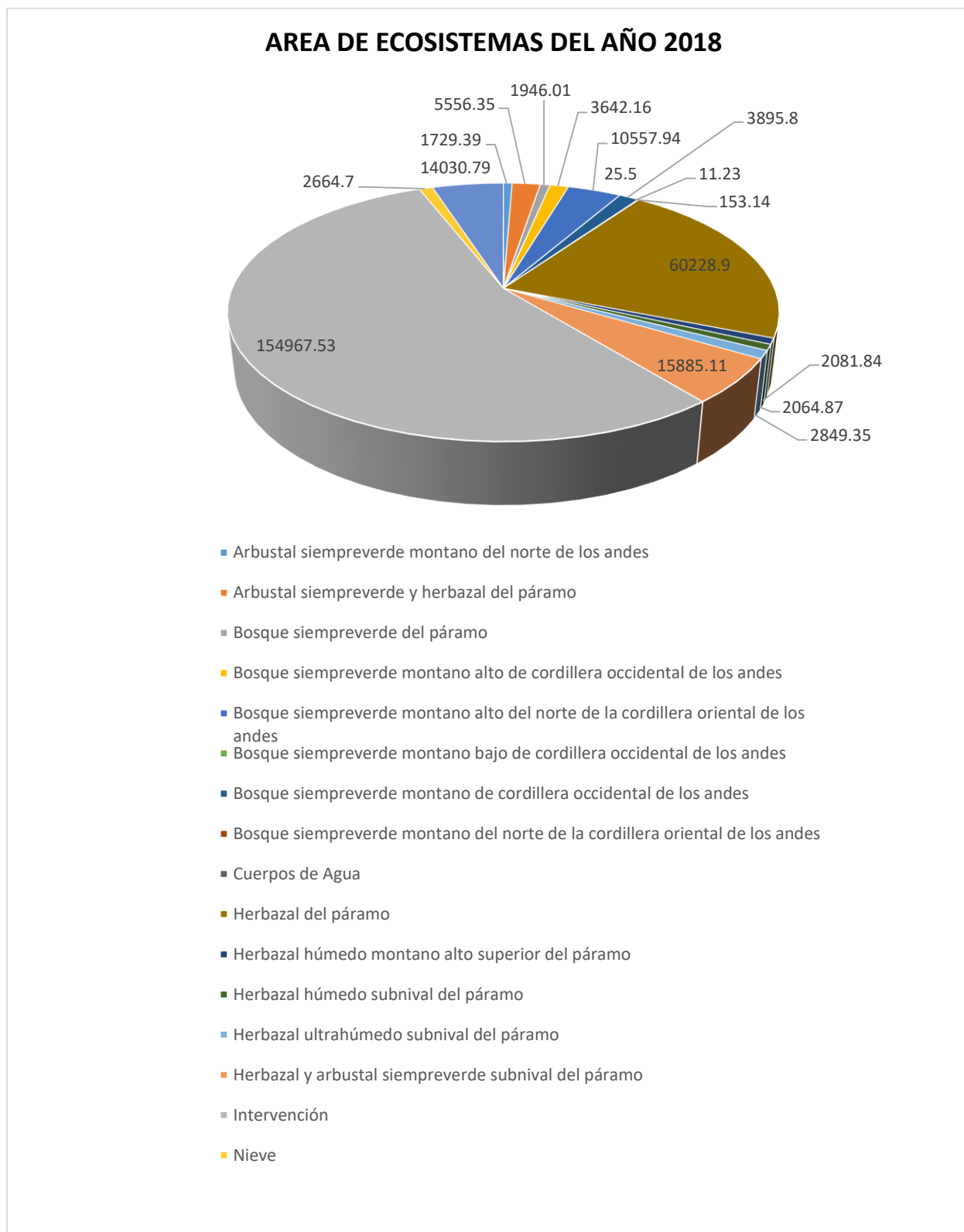


En el año 2018 se puede evidenciar que se mantiene la categorización de intervención con mayor presencia dentro del área de estudio ocupando 154967.53ha lo que equivale al 54.89% del área total seguida por el herbazal de páramo ocupando el 21.33 % con una disminución de 1% en su área en comparación con el año 2015, la distribución de las diferentes categorías en el transcurso de los 5 años en estudio es muy similar, en cuanto a las extensiones de los ecosistemas son las que evidenciamos variación especialmente las zonas antrópicas que se puede apreciar un avance hacia los ecosistemas nativos. En cuanto a la categoría Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo se encuentra ocupando el 5,63 % con un área de 15885,11ha dentro del área total de los cantones en estudio, mientras que las últimas categorías se mantienen con Bosque siempreverde montano bajo de la cordillera occidental de los andes y Bosque siempre verde del norte de la cordillera oriental de los andes con 0,009% y 0,003% respectivamente, en cuanto a la zona urbana podemos evidenciar un crecimiento a aproximadamente el 5% del total del área.

**Mapa 6: Ecosistemas de la zona norte de la provincia de Chimborazo para el año 2018**



**Figura 9: Área de ecosistemas para el año 2018**



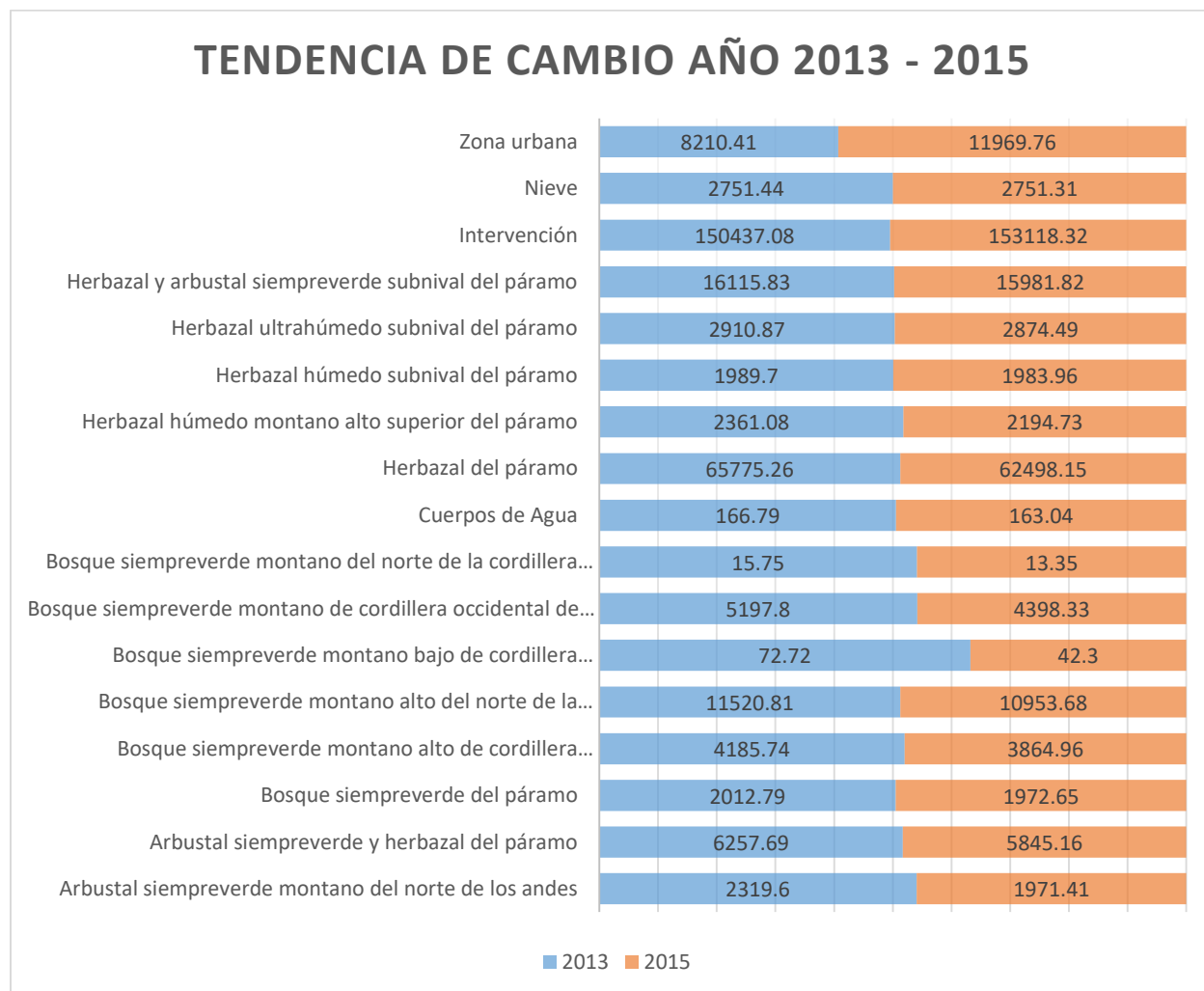
## 2. Tendencias de cambio para los años 2013, 2015 y 2018

De acuerdo a esta categorización los bosques en el año 2013 presentan apenas el 8,15% de la superficie total dentro de los 5 cantones en la zona norte de la Provincia mientras que para el año 2015 los bosques presentan un porcentaje de 7,53% se observa una disminución del 0,62% en 2 años, las categorías de páramos ocupan el 34,62% con una extensión de 97730,03ha en el año 2013 mientras que para el año 2015 podemos observar que esta categoría ha disminuido en 1,55% es decir para el año 2015 esta categoría ocupa el 33,07% del área de estudio mientras que la categoría de intervención muestra un porcentaje de 53,3% equivaliendo al área de mayor dominancia dentro de nuestra área de estudio en el año 2013 en tanto que para el año 2015 se observa un aumento en 0,95% ocupando un área de 153118,32ha, lo que equivale al 54,24% según el gráfico.

**Tabla 6: Tendencias de cambio para los años 2013, 2015 y 2018**

Periodo	2013		2015		2018	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
<b>Bosques</b>	23005,61	8,149	21245,27	7,526	20078,64	7,112
<b>Paramos</b>	97730,03	34,619	93349,72	33,067	90395,81	32,021
<b>Cuerpos de Agua</b>	166,79	0,059	163,04	0,058	153,14	0,054
<b>Intervención</b>	150437,08	53,290	153118,32	54,239	154967,53	54,894
<b>Zona urbana</b>	8210,41	2,91	11969,76	4,24	14030,79	4,97
<b>Nieve</b>	2751,44	0,975	2751,31	0,975	2664,7	0,944
<b>TOTAL</b>	282301,36	100	282597,42	100,104874	282290,61	100,00



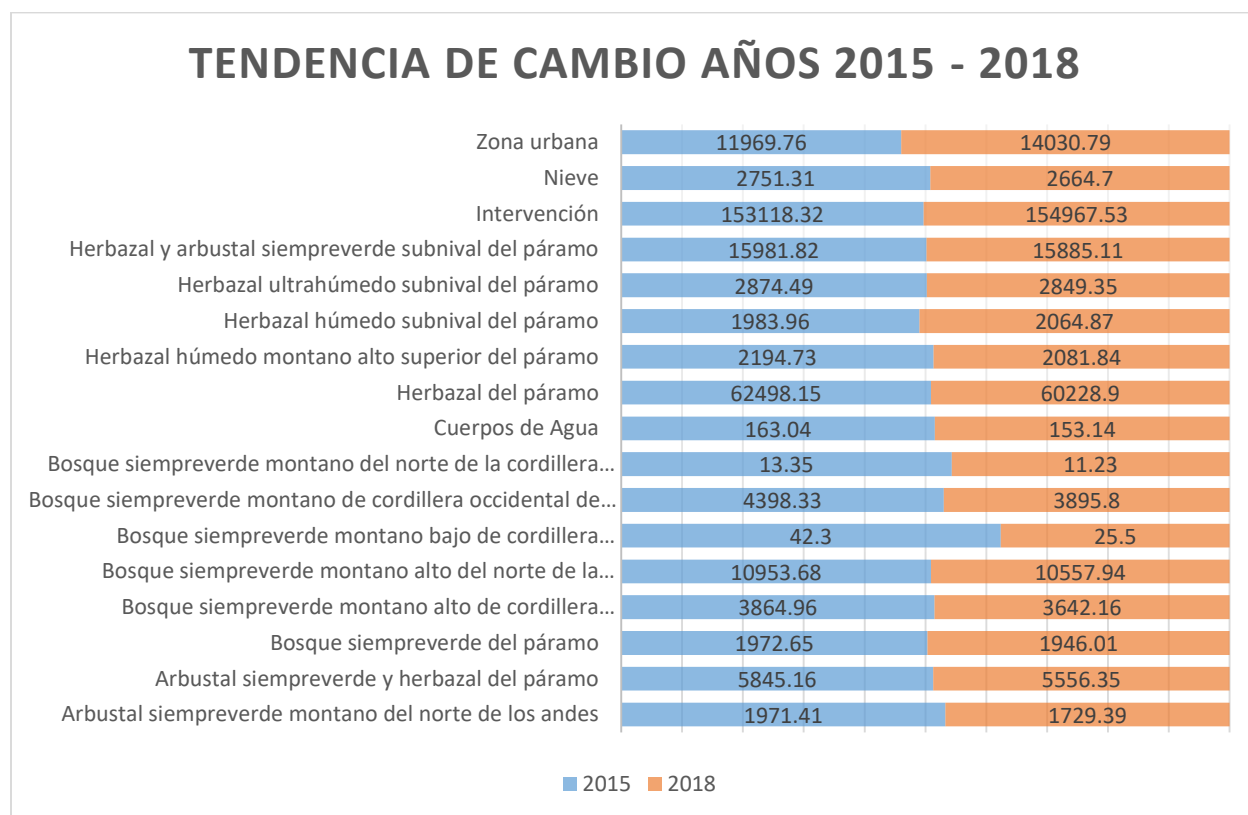
**Figura 10: Tendencia de cambio para el periodo 2013, 2015**

En cuanto a los cambios que se pueden evidenciar entre los años 2015 y 2018 tenemos que, la categoría de intervención predomina dentro del área de estudio presentando el 54,90% del total del área es decir que desde el año 2015 muestra un crecimiento de 0,65% específicamente a aumentado 1849,21ha en 3 años, mientras que los bosques para el año 2018 se evidencia un deceso del 0,41% lo que significa que se han perdido específicamente 1166,63ha, en este último año de estudio los bosques ocupan 20078,64ha del área total es decir el 7,11%. En relación a los páramos se puede evidenciar de igual manera una disminución en los mismos, para el año 2018 tenemos que los páramos ocupan 90395,81ha en la zona norte de la provincia lo que equivale al 32,02% de área

total, en esta categoría se observa una pérdida de área del 1,05% lo que equivale a 2953,91ha que se han perdido en los últimos 3 años.

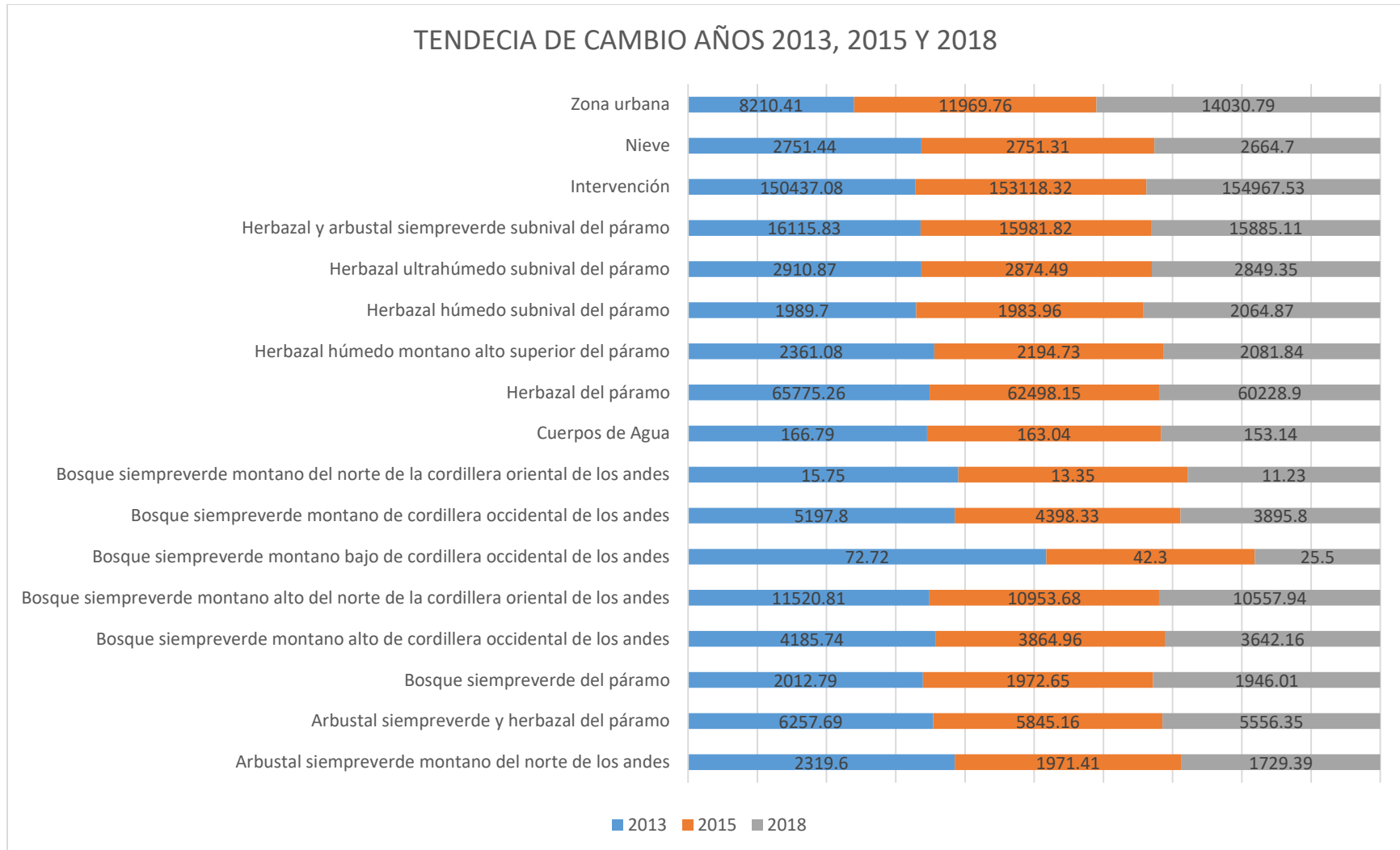
La categoría de zona urbana no presenta un notable avance dentro de los últimos 3 años en el cual se puede evidenciar un aumento en 0,73% lo que equivale a 2061,50 ha es decir para el año 2018 esta categoría ocupa el 4,97% del total del área en estudio el mismo que equivale a 14030,79 ha.

**Figura 11: Tendencia de cambio para el periodo 2015, 2018**



En comparación de los 3 años en estudio se muestra en el siguiente gráfico.

**Figura 12: Tendencia de cambio para el periodo 2013, 2018**



Como se puede observar la categoría que mayor dominancia tiene es la de intervención aunque, la categoría que más ha crecido dentro de estos 5 años de estudio es la categoría de zona urbana seguido de la categoría de intervención, presentando respectivamente un crecimiento en 1,605% y 2,062% respectivamente en relación al porcentaje de superficie aumentada lo que equivale a 5820,38 ha aumentadas en la categoría de zona urbana y 4530,42 ha ganadas en la categoría de zona de intervención dentro de los últimos 5 años, mientras que la categorías que más ha perdido es la de herbazal de páramo la misma que muestra una disminución en un 1,965% de su superficie total en dentro de los 5 años de estudio siendo esto equivalente a 5546,36 ha disminuidas en los últimos 5 años de estudio tal como se muestra en la tabla 8.

En cuanto a los cuerpos de agua se puede evidenciar cierta disminución que va desde 166.79 ha en el año 2013 hasta 153,14 ha para el año 2018 es decir se ha producido un descenso de 13,65 ha en 5 años de estudio, lo que equivale a una pérdida del 0,005% del total de esta categoría cabe recalcar que debido a la resolución de las imágenes LANDSAT 8 que, a través de los procesos de corrección atmosférica se puede llegar a obtener una resolución de 15\*15 en el cual no se puede evidenciar de manera clara los cuerpos de agua debido a su relativo bajo tamaño y la gran extensión del área de estudio.

**Tabla 7: Pérdidas y ganancias de las categorías en los diferentes periodos**

Periodo	2013 – 2015		2015 - 2018		2013 – 2018	
	Área(ha)	Porcentaje%	Área(ha)	Porcentaje%	Área(ha)	Porcentaje%
Arbustal siempreverde montano del norte de los andes	-348,19	-0,123	-242,02	-0,0857	-590,21	-0,209
Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	-412,53	-0,146	-288,81	-0,1023	-701,34	-0,248
Bosque siempreverde del páramo	-40,14	-0,014	-26,64	-0,0094	-66,78	-0,024
Bosque siempreverde montano alto de cordillera occidental de los andes	-320,78	-0,114	-222,8	-0,0789	-543,58	-0,193
Bosque siempreverde montano alto del norte de la cordillera oriental de los andes	-567,13	-0,201	-395,74	-0,1402	-962,87	-0,341
Bosque siempreverde montano bajo de cordillera occidental de los andes	-30,42	-0,011	-16,8	-0,0060	-47,22	-0,017
Bosque siempreverde montano de cordillera occidental de los andes	-799,47	-0,283	-502,53	-0,1780	-1302	-0,461
Bosque siempreverde montano del norte de la cordillera oriental de los andes	-2,4	-0,001	-2,12	-0,0008	-4,52	-0,002
Cuerpos de Agua	-3,75	-0,001	-9,9	-0,0035	-13,65	-0,005
Herbazal del páramo	-3277,11	-1,161	-2269,25	-0,8038	-5546,36	-1,965
Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	-166,35	-0,059	-112,89	-0,0400	-279,24	-0,099
Herbazal húmedo subnival del páramo	-5,74	-0,002	80,91	0,0287	75,17	0,027
Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo	-36,38	-0,013	-25,14	-0,0089	-61,52	-0,022
Herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo	-134,01	-0,047	-96,71	-0,0343	-230,72	-0,082
Intervención	2681,24	0,950	1849,21	0,6550	4530,45	1,605
Nieve	-0,13	0,000	-86,61	-0,0307	-86,74	-0,031
Zona urbana	3759,35	1,332	2061,03	0,7301	5820,38	2,062

En la tabla podemos observar cómo han ido variando cada categoría siendo los valores negativos los valores que cada categoría ha ido perdiendo y los valores positivos que cada categoría ha ido ganando en estos años de estudio.

La categoría de intervención siendo la categoría que mayor extensión ocupa dentro del área de estudio para el periodo 2013-2015 podemos observar que ha tenido un crecimiento del 0,95% es decir aumento en 2681, 24 hectáreas mientras que para el periodo 2015-2018 la categoría de intervención tuvo un incremento del 0.655% es decir aumento en 1849,21 hectáreas, en total del periodo de estudio desde el año 2103 hasta el año 2018 la categoría de intervención tuvo un crecimiento de 1,605% es decir en los 5 años de estudio esta categoría tuvo un incremento en 4530,45% hectáreas.

En el caso de la categoría de zona urbana podemos notar de acuerdo a la tabla podemos observar que durante el periodo 2013-2015 tuvo un incremento del 1,33% es decir esta categoría creció en 3759,35 hectáreas, mientras que para el periodo de 2015-2018 esta categoría presenta un aumento en 0,7301% es decir en este periodo incrementó en 2061,03 hectáreas, en total esta categoría en el transcurso de 5 años ha experimentado un incremento en 2,062% desde el año 2013 hasta el año 2018 es decir esta categoría creció en 5820,33 hectáreas siendo esta la categoría que más ha crecido dentro de nuestro de estudio.

El ecosistema de herbazal de páramo es la categoría que más extensión ocupa dentro del área de estudio, pero de igual manera la que más ha ido perdiendo a través de los años de estudio siendo así como que para el periodo 2013-2015 esta categoría presenta una disminución del 1,16% es decir, el herbazal de páramo ha perdido 3277,11 hectáreas en los primeros años de estudio en tanto que para el periodo 2015-2018 esta categoría presenta una pérdida del 0,80% lo que equivale a 2269,25 hectáreas pérdidas durante este periodo, en total esta categoría desde el año 2013 hasta el año 2018 ha experimentado una variación en 1,97% en su área es decir en 5 años el herbazal de páramo ha perdido 5546,36 hectáreas.

Para determinar la exactitud de la clasificación la calculamos dividiendo el número total de píxeles correctamente clasificados por el número total de píxeles de referencia y expresándolo como porcentaje. En nuestro caso tenemos que:

$$E = \frac{\text{Numero de píxeles correctamente clasificados}}{\text{Numero total de píxeles de referencia}} * 100$$

Tenemos un área total de estudio de 282301,36 ha y sabemos que la resolución de nuestra imagen es de 15 \* 15m entonces calculamos el número de píxeles totales de referencia así:

$$\frac{(15m * 15m)}{100000} = 0,0225 \text{ ha}$$

Trasformando el tamaño de píxel a hectáreas.

$$\text{Numero total de píxeles de referencia} = \frac{282301,36 \text{ ha}}{0,0225 \text{ ha}}$$

$$\text{Numero total de píxeles de referencia} = 12546727,11$$

Ahora sabemos que de nuestra imagen fueron clasificados correctamente 10347892 píxeles

Aplicamos:

$$E = \frac{\text{Numero de píxeles correctamente clasificados}}{\text{Numero total de píxeles de referencia}} * 100$$

$$E = \frac{\text{Numero de píxeles correctamente clasificados}}{\text{Numero total de píxeles de referencia}} * 100$$

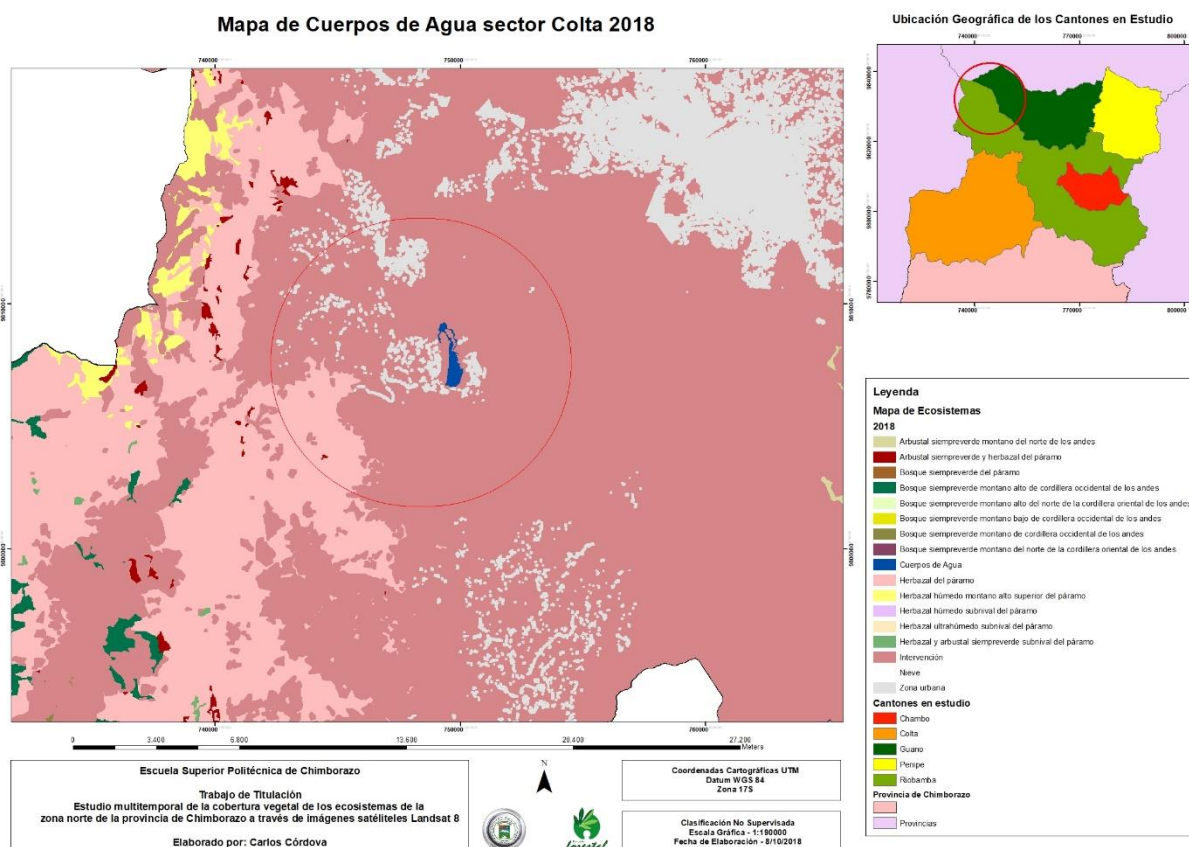
$$E = \frac{10347892}{12546727} * 100$$

En donde nos da un porcentaje de exactitud de clasificación del 82,47% el cual es un porcentaje de exactitud relativamente alto, este índice nos muestra cuan bien han sido clasificados los pixeles de cada clase.

### 3. Ubicación de humedales

En cuanto a la delimitación de humedales podemos notar que para el año 2018 la categoría de cuerpos de agua ocupa un porcentaje de 0,054% lo que equivale a un total de 153,14 ha distribuidos en los diferentes cantones en estudio, aunque, dentro de esta categoría el humedal con mayor influencia y tamaño corresponde a la Laguna de Colta ubicada en el cantón con el mismo nombre.

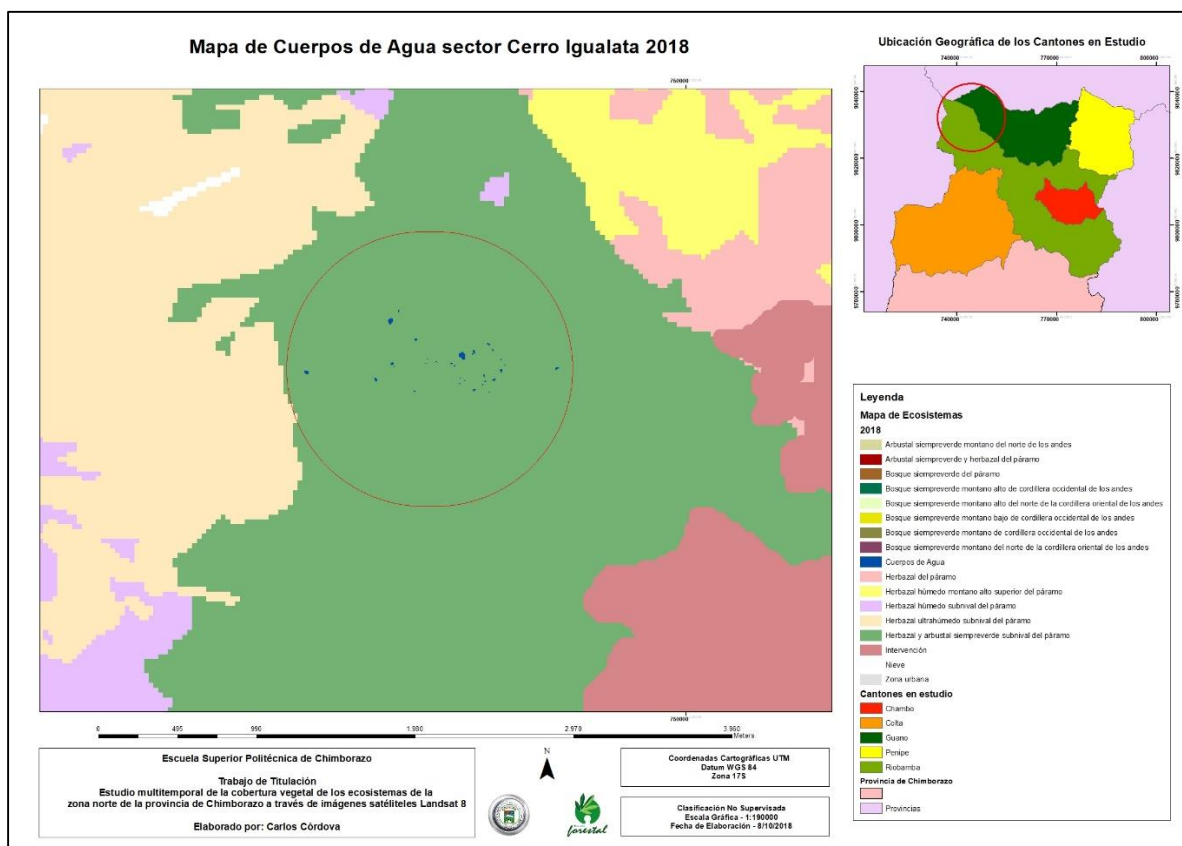
**Mapa 7: Cuerpos de agua sector Colta**





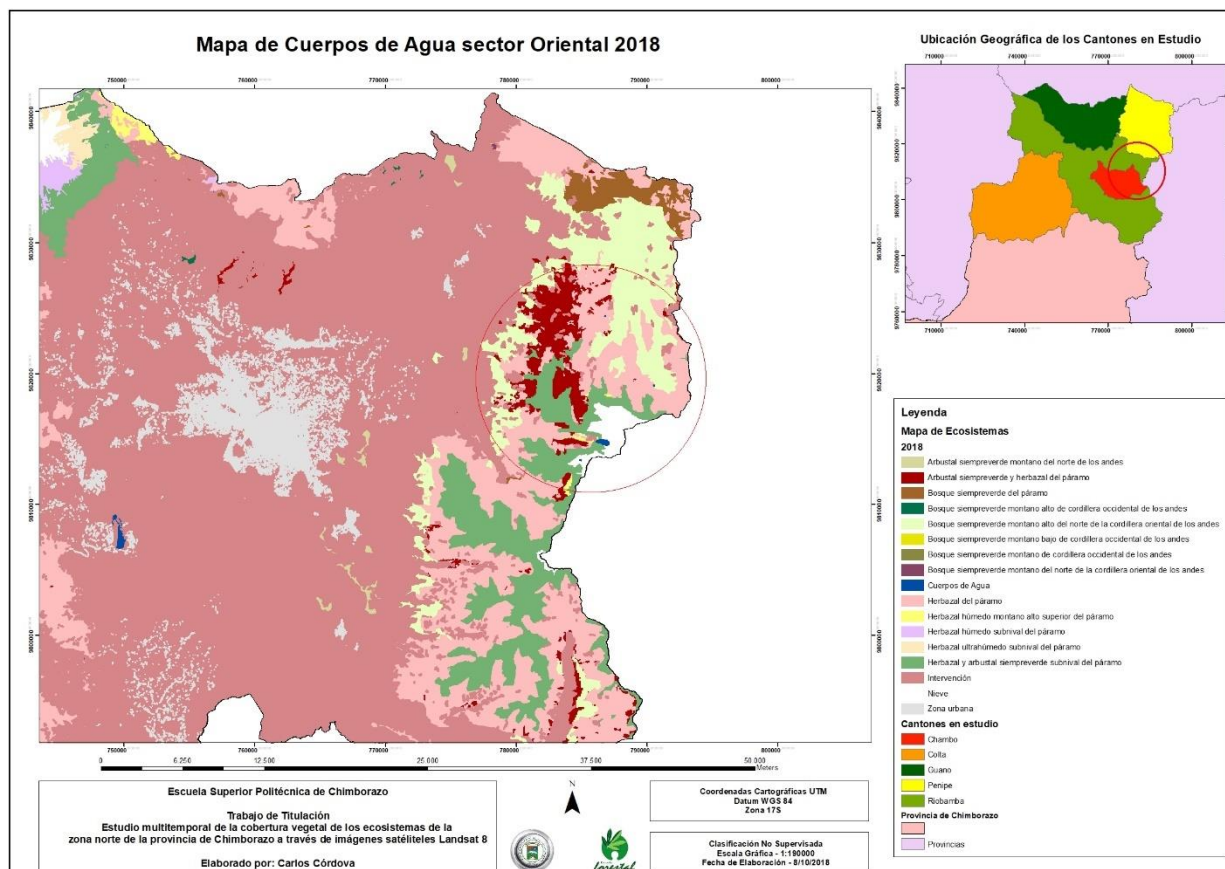
Dentro de los 5 cantones en estudio se puede evidenciar pequeños humedales formando agrupaciones como es el caso de los humedales que se encuentran cerca del punto de muestreo de cerro Igualata dentro de la categoría de herbazal de páramo, dentro del cantón Guano tal como se muestra en el gráfico.

**Mapa 8: Cuerpos de Agua sector Cerro Igualata**



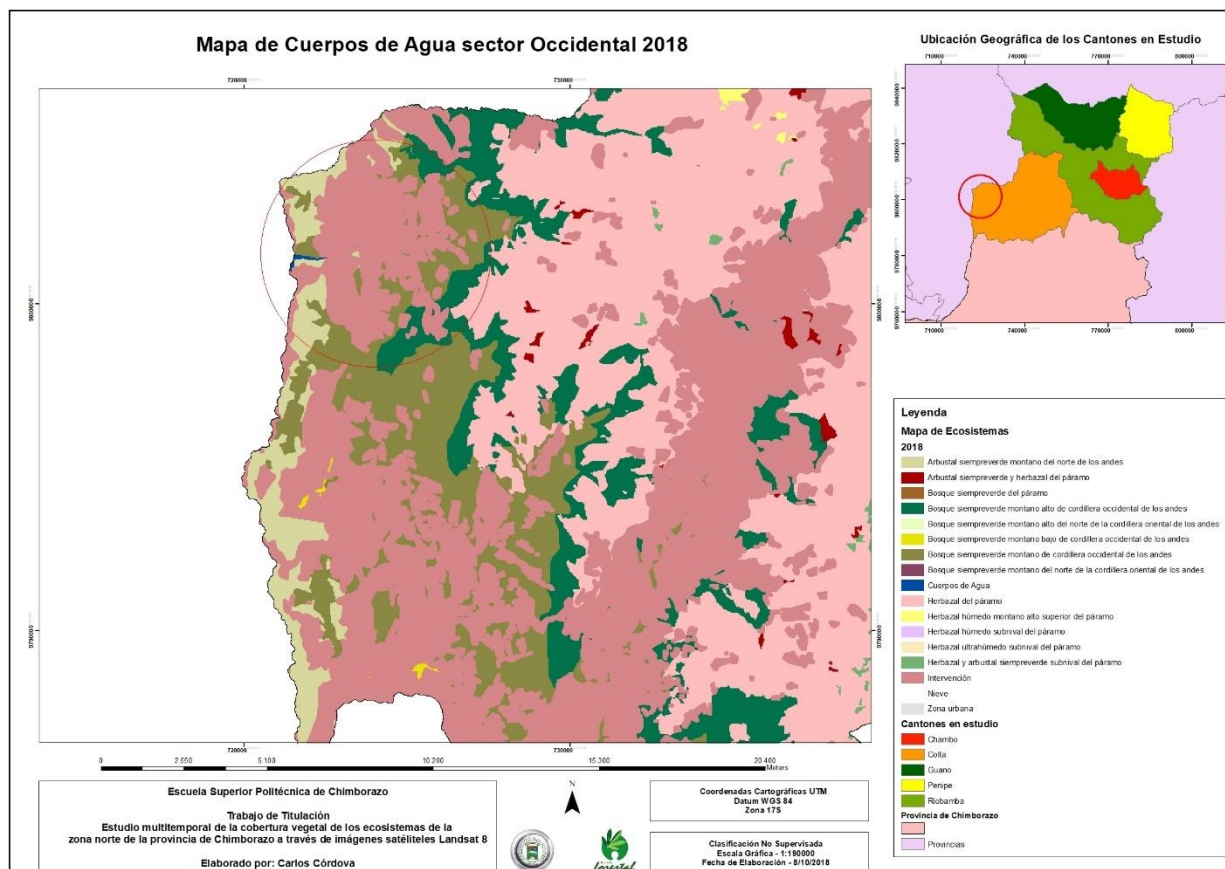
En el sector oriental del cantón Riobamba y el cantón Penipe se encuentra una pequeña agrupación de cuerpos de agua siendo la más significativa la denominada Laguna amarilla la misma que se encuentra en el volcán El Altar seguido de 3 pequeños cuerpos de agua que se encuentran dentro de la categoría de herbazal de páramo.

**Mapa 9: Cuerpos de Agua sector volcán El Altar**



Dentro del cantón Colta linderando con la provincia de Bolívar en el sector occidental se encuentra un pequeño cuerpo de agua en donde ingresa una pequeña vertiente de agua.

## Mapa 10: Cuerpos de Agua sector Occidental



En margen del estudio de tendencias de cambio en la categoría de cuerpos de agua se puede denotar que los cuerpos de agua en el transcurso de estos 5 años de estudio ha ido reduciendo su extensión debido a las acciones antrópicas producidas dentro de estos cantones siendo más específicos en el año 2013 los cuerpos de agua ocupaban una extensión de 166,79ha dentro del área de estudio lo que equivale al 0,059% del total del área en estudio en donde, el cuerpo de agua más representativo y de mayor extensión es la Laguna de Colta, mientras que para el año 2018 esta categoría presentó una disminución en 153,14ha lo que equivale al 0,054% de extensión que ocupa dentro del área en estudio es decir, los cuerpos de agua dentro de la zona norte de la provincia de Chimborazo en un tiempo de 5 años se han reducido en 13,65 ha es decir un 0,004%. Es decir, por año aproximadamente estamos perdiendo 2,73ha de cuerpos de agua.

### C. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DOMINANTES Y REPRESENTATIVAS DE CADA ECOSISTEMA.

El estudio se realizó en 4 localidades de las formaciones vegetales de páramo herbáceo y páramo de almohadillas, según Sierra (1999).

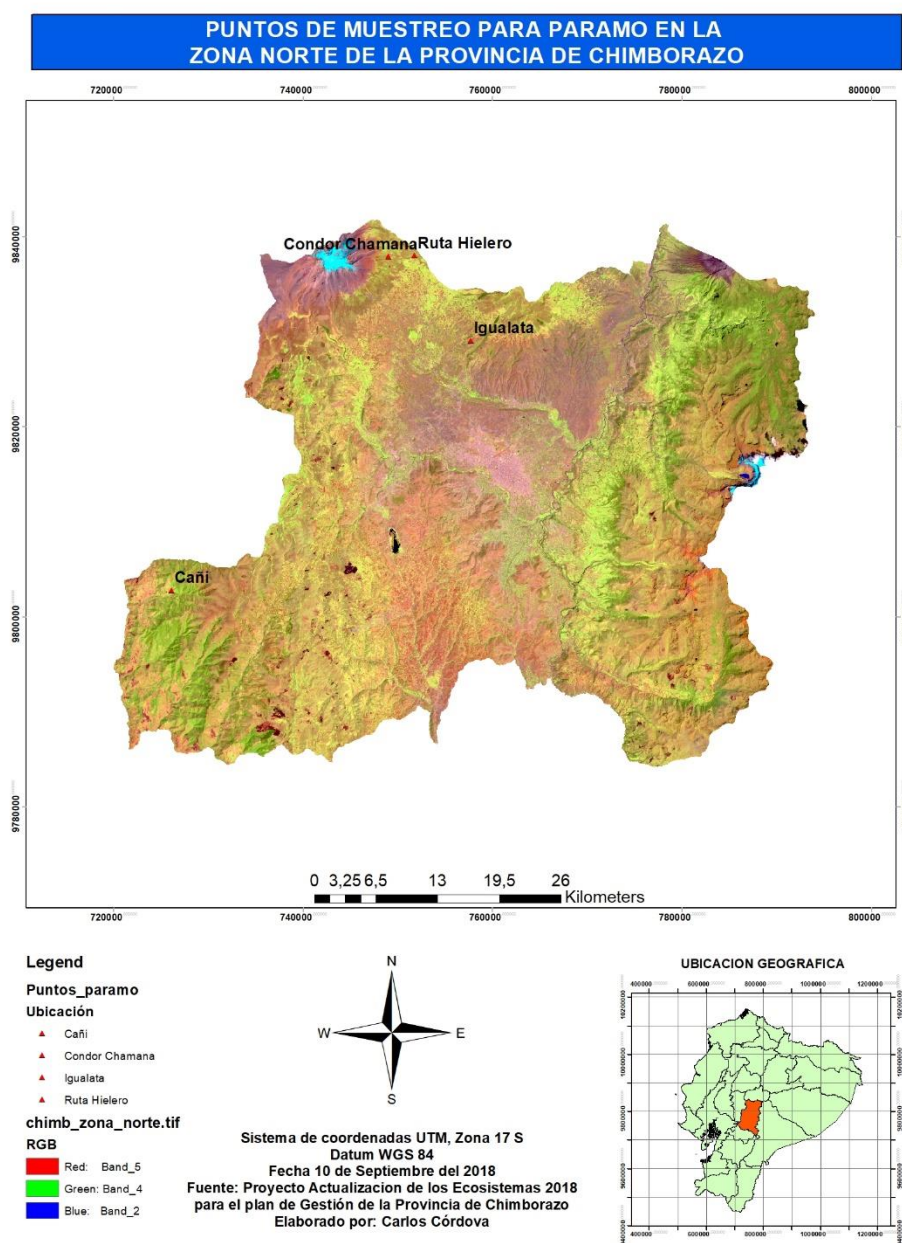
#### 1. Paramos

**Tabla 8: Ubicación de las localidades en los páramos de la zona norte de Chimborazo**

Ubicación de las Localidades	Cantón	Parroquia	Fecha toma de Datos			Altitud
			S	W		
Igualata	Guano	San Isidro de Patulú	06/04/2018	1°32'40"	78°41'01"	3467
Condor Chamana	Guano	San Andrés	02/05/2018	1°27'58"	78°45'42"	4266
Ruta Hielero	Guano	San Juan	11/04/2018	1°27'48"	78°44'12"	3951
Cañi	Colta	Cañi	18/04/2018	1°45'36"	78°50'31"	3400

Los puntos seleccionados para el muestreo en la categoría de páramos fueron seleccionados previamente en el trabajo realizado en el año 2013 por el GAD provincial de Chimborazo “CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, en los cuales se procedió a corroborar el estado de este ecosistema y tomar las muestras vegetales correspondientes a las especies diagnósticas de dichos Ecosistemas.

**Mapa 11: Ubicación de los puntos de muestreo para páramos**



### a. Cañi

El sitio denominado Cañi, se ubica en el cantón Colta, provincia de Chimborazo; se encuentra en las coordenadas UTM X: 726136, Y: 9802731 a una altura de 3400, este sector pertenece a la

cuenca del río Guayas, subcuenca del río Namangoza, en el sector se encuentra ecosistema de Herbazal de paramo.

El ecosistema se encuentra poco alterado principalmente por el avance de la frontera agrícola y ganadera además de los asentamientos humanos presentes en la zona, la flora representativa lo constituyen especies herbáceas y arbustivas, pero principalmente pastos, también se puede notar la presencia de humedales en la zona.

Dicha recolección se la realizó el 18 de abril del 2018, en donde se recolectaron un total de 9 muestras las cuales que fueron seleccionadas bajo un margen cualitativo de muestreo, mismas que se encuentran descritas en la tabla 9:

**Tabla 9: Listado de especies recolectadas en el sector de Cañi**

<b>Familia</b>	<b>Taxón</b>	<b>Colector</b>	<b>Descripción de la especie</b>
Cyperaceae	Uncinia hamata	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba de 40cm. Inflorescencia café
Rosaceae	Lachemilla galioides	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba de 10cm. Flores rojas
Gentianaceae	Gentiana sedifolia	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba de 10cm Flores roja
Asteraceae	Diplostephium glandulosum	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 2m. Capítulo amarillo
Asteraceae	Loricaria illinisae	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1m. Capítulo amarillo. Ramas viejas cafés
Asteraceae	Diplostephium floribundum	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1m. Capítulo rosado.

Lamiaceae	Clinopodium nubigenum	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba rastrera. Flores azules
Asteraceae	Chuquiraga jusseui	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 2m. Brácteas naranjas
Dryopteridaceae	Polystichum orbiculatum	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Helecho terrestre. Soros cafés

Las especies antes descritas hacen referencia a las especies diagnósticas de los ecosistemas de páramos, dentro de los cuales también cabe recalcar la alta presencia de las especies *Agrostis perennans* y *Calamagrostis intermedia* de la familia de las Poaceae mismas que son especies características de nuestros páramos.

#### b. Cerro Igualata

El sitio denominado Cerro Igualata, se ubica en el cantón Guano, Parroquia San Isidro, Provincia de Chimborazo; se encuentra en las coordenadas UTM X: 757733, Y: 9829059 a una altura de 3467, este sector pertenece a la cuenca del río Pastaza, en el sector se encuentra ecosistema Herbazal de Páramo

El páramo se encuentra muy alterado principalmente en sus alrededores por el avance de la frontera agrícola y ganadera, la flora representativa lo constituyen especies arbustivas y herbáceas.

La recolección se la realizó el 6 de abril del 2018, en donde se recolectaron 5 muestras las cuales fueron seleccionadas bajo un margen cualitativo de muestreo, mismas que se encuentran descritas en la tabla 10:

**Tabla 10: Listado de especies recolectadas en el sector de Cerro Igualata**

Familia	Taxón	Colector	Descripción de la especie
Asteraceae	Gynoxys buxifolia	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 2m. Capitulo amarillo, involucre verde

Asteraceae	<i>Gynoxys sodiroi</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Árbol de 4m. Capitulo amarillo, involucro verde
Calceolariaceae	<i>Calceolaria hyssopifolia</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1m. Flores amarillas
Fabaceae	<i>Otholobium mexicanum</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 2m. Flores moradas
Melastomataceae	<i>Brachyotum ledifolium</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1m. Pétalos amarillos, cáliz rojo

### c. Condor Chamana

El sitio denominado Condor Chamana, se ubica en el cantón Guano, parroquia San Andrés provincia de Chimborazo; se encuentra en las coordenadas UTM X: 749053, Y: 9837887 a una altura de 4266, este sector pertenece a la cuenca del río Pastaza, en el sector se encuentra ecosistema de páramo herbáceo.

El ecosistema se encuentra alterado principalmente por la actividad ganadera además de los asentamientos humanos presentes, la flora representativa lo constituyen especies herbáceas y arbustivas, pero principalmente pastos.

La recolección se la realizó el 2 de mayo del 2018, en donde se recolectaron un total de 7 muestras las cuales fueron seleccionadas bajo un margen cualitativo de muestreo, mismas que se encuentran descritas en la tabla 11:

**Tabla 11: Listado de especies recolectadas en el sector de Condor Chamana**

Familia	Taxón	Colector	Descripción de la especie
Asteraceae	<i>Diplostephium floribundum</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 2m. Flores blancas



Asteraceae	<i>Lasiocephalus involucratus</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba de 80cm. Capitulo amarillo
Asteraceae	<i>Gynoxys halli</i> .	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 2m. Capitulo Amarillo.
Asteraceae	<i>Diplostephium glandulosum</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1.5m. Capitulo amarillo.
Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1m. Flores rojizas.
Gentianaceae	<i>Gentianella cerastioides</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba de almohadilla. Flores rojas
Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Helechos terrestres de 40cm. Cuerpo rojizo.

#### **d. Las Abras**

El sitio denominado Las Abras, se ubica en el cantón Guano, parroquia San Andrés provincia de Chimborazo; se encuentra en las coordenadas UTM X: 751808, Y: 9838054 a una altura de 3951, este sector pertenece a la cuenca del río Pastaza, en el sector se encuentra ecosistema Herbazal de paramo.

El ecosistema se encuentra muy alterado principalmente por el avance de la frontera agrícola y ganadera además de los asentamientos humanos presentes, la flora representativa lo constituyen especies herbáceas y arbustivas, pero principalmente pastos.

La recolección se la realizó el 11 de abril del 2018, en donde se recolectaron un total de 9 muestras las cuales que fueron seleccionadas bajo un margen cualitativo de muestreo, mismas que se encuentran descritas en la tabla 12:

**Tabla 12: Listado de especies recolectadas en el sector Las Abras**

<b>Familia</b>	<b>Taxón</b>	<b>Colector</b>	<b>Descripción de la especie</b>
Asteraceae	Loricaria ilinisiae	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1,5m. Capítulo blanco
Asteraceae	Monticalia arbutifolia	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1,5m. Capítulo blanco
Asteraceae	Huperzia crassa	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba en almohadilla. Flores cremosas
Asteraceae	Chuquiraga jussieui	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1,5m. Brácteas amarillas
Asteraceae	Monticalia arbutifolia	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 2m. Capítulo
Caprifoliaceae	Valeriana alypifolia	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba en almohadilla. Flores cremosas
Caprifoliaceae	Valeriana mycrophylla	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1m. Flores negri-verdosas
Ericaceae	Vaccinium floribundum	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba en almohadilla. Flores verdosas
Gentianaceae	Gentianella	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba en almohadilla. Flores rojas
Lamiaceae	Clinopodium nubigena	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba rastrera. Flores blancas

**Tabla 13: Macrorelieve Mesorelieve y pendiente en los sitios de muestreo para paramos.**

UBICACIÓN DE LOS SITIOS	CANTÓN	PARROQUIA	MACRORELIEVE	MESORELIEVE	PENDIENTE
Igualata	Guano	San Isidro de Patulú	Semiredondeada	Colina media	8 a 13%
Cóndor Chamana	Guano	San Andrés	Semiredondeada	Colina alta	>50
Ruta del Hielero	Guano	San Juan	Semiredondeada	Colina media	8 a 13%
Cañi	Colta	Cañi	Semiredondeada	Colina media	8 a 13%

**MACRORELIEVE**

El macrorelieve pertenece a la categoría de Montaña Grandes elevaciones naturales del terreno que poseen un desnivel desde la línea de base hasta la cumbre mayor a 300 m, cuya altura y formas se deben a plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre. Su cima puede ser aguda, subaguda, semiredondeada, redondeada y tabular, su pendiente es >30%., (Ministerio del Ambiente, 2012).

**MESORELIEVE**

En el mesorelieve se caracterizó como colinas y relieve montañoso, donde la unidad genética de relieve se agrupa todos los paisajes geomorfológicos determinados por el vulcanismo, que han sufrido en diverso grado los efectos de la denudación pero que aún conservan rasgos definidos de sus formas iniciales. (Ministerio del Ambiente, 2012).

**Tabla 14: Estado y amenazas en los sitios de muestreo para paramos**

UBICACIÓN DE LOS SITIOS	CANTÓN	PARROQUIA	ESTADO	AMENAZAS
Igualata	Guano	San Isidro de Patulú	Poco Alterado	Antenas de alta Frecuencia

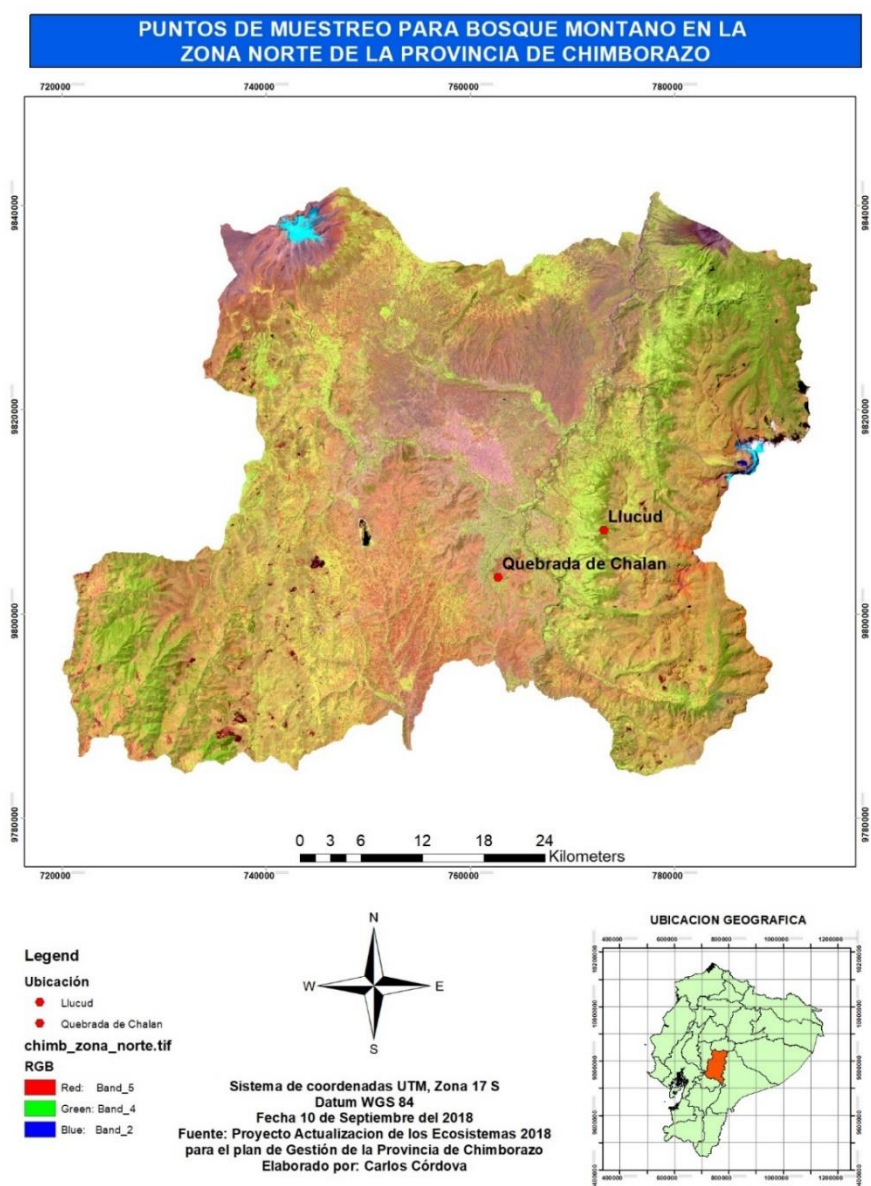
Cóndor Samana	Guano	San Andrés	Medianamente Alterado	Avance de la Frontera Agrícola
Ruta Hielero	del Guano	San Juan	Medianamente Alterado	Avance de la Frontera Agrícola
Cañi	Colta	Cañi	Muy alterado	Actividades Agropecuarias

En cuanto al estado y amenazas de los ecosistemas de páramos se los puede catalogar como medianamente alterados en donde se puede evidenciar que las principales actividades que afectan a estos ecosistemas son el avance de la frontera Agrícola y las actividades Agropecuarias, estas actividades antrópicas principalmente presentan un fuerte impacto dentro de estos ecosistemas en los cuales se logró evidenciar una pérdida en cuanto a composición y extensión de nuestros ecosistemas, aunque, también se pudo evidenciar pequeñas plantaciones de *Pinus radiata*.

## 2. Bosques

El estudio se realizó en 2 localidades de las formaciones vegetales de Bosque montano según Sierra (1999).

**Mapa 12: Ubicación de los puntos de muestreo para bosque montano**



**Tabla 15: Ubicación de los puntos de muestreo en el bosque montano de la provincia de Chimborazo.**

Ubicación de las Localidades	Cantón	Parroquia	Fecha	S	W	Altitud
Lluçud	Chambo	Matriz	23/04/2018	1°44'01"	78°32'44"	3495
Quebrada de Chalan	Riobamba	Punin	27/04/2018	1°46'32"	78°38'18"	2923

Los puntos seleccionados para el muestreo en la categoría de bosques fueron seleccionados previamente en el trabajo realizado en el año 2013 por el GAD provincial de Chimborazo “CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”, en los cuales se procedió a corroborar el estado de este ecosistema y tomar las muestras vegetales correspondientes a las especies diagnósticas de dichos Ecosistemas.

#### a. Bosque de Llucud

El Bosque Primario Leonán de Llucud, se ubica al noreste del cantón Chambo, provincia de Chimborazo; se encuentra en las coordenadas UTM X: 773077 Y: 9808114 a una altura de 3495, este sector pertenece a la cuenca del río Guayas, subcuenca del río Yaguachi, en el sector se encuentra ecosistema de Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes.

Es un remanente de bosque el cual se encuentra alterado principalmente por la presencia de actividades ganaderas, la flora representativa lo constituyen principalmente especies arbóreas, arbustivas y pastos.

Dicha recolección se la realizó el 23 de abril del 2018, en donde se recolectaron 11 muestras las cuales que fueron seleccionadas bajo un margen cualitativo de muestreo, mismas que se encuentran descritas en la siguiente tabla 17:

**Tabla 16: Listado de especies recolectadas en el sector de Llucud**

Familia	Taxón	Colector	Descripción de la especie
Asteraceae	Barnadesia arborea	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 3m. Espinas. Flores rosadas
Campanulaceae	Syphocampylos giganteus	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Árbol de 3m. Flores amarillas. Látex blanco.
Ericaceae	Macleania cordifolium	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 2m. Frutos verdes

Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1m. Flores rosadas
Melastomataceae	<i>Brachyotum ledifolium</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 3m. Tépalos amarillo rojizos
Melastomataceae	<i>Miconia crocea</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Árbol de 4m. Frutos negros
Onagraceae	<i>Fuchsia loxensis</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Árbol de 2m. Flores rojas
Primulaceae	<i>Myrsine andina</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Árbol de 6m. Frutos negros. Flores cremosas
Schrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Árbol de 4m. Envez pubescente. Fruto seco
Solanaceae	<i>Solanum aphyodendrum</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 2m. Flores cremosas
Solanaceae	<i>Solanum venosum</i>	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 4m. Frutos verdes.

## b. Chalán

El sitio denominado quebrada de Chalán, se ubica en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo; se encuentra en las coordenadas UTM X: 762728, Y: 9803484 a una altura de 2923, este sector pertenece a la cuenca del río Guayas, subcuenca del río Yaguachi, en el sector se encuentra ecosistema de Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes.

Es un remanente de bosque el cual se encuentra muy alterado principalmente por las actividades turísticas que el sitio ofrece, además de la agricultura aledaña allí presente, la flora representativa lo constituyen principalmente especies arbustivas y pastos.

Dicha recolección se la realizó el 27 de abril del 2018, en donde se recolectaron 9 muestras las cuales que fueron seleccionadas bajo un margen cualitativo de muestreo, mismas que se encuentran descritas en la tabla 18:

**Tabla 17: Listado de especies recolectadas en el sector de Chalan**

<b>Familia</b>	<b>Taxón</b>	<b>Colector</b>	<b>Descripción de la especie</b>
Asteraceae	Aristeguietia glutinosa	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1.5m Involucro verde, pétalos secos
Caprifoliaceae	Valeriana decussata	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba de 2m. Escapo de 1m. Flores verdosas
Fabaceae	Coursetia dubia	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1m. Flor lila. Vaina verde
Lamiaceae	Clinopodium tomentosum	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 0.8m. Flor tomate
Orchidaceae	Epidendrum jamiesonii	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba de 60cm. Flor blanca
Piperaceae	Piper barbatum	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Árbol de 5m. DAP 40cm. Espigas verdes
Poaceae	Stipa ichu	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba arrossetada. Espiga cremosa.
Polypodiaceae	Plecuma	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Hierba de 60cm. Flor blanca



Solanaceae	Cestrum peruvianum	Jorge Caranqui & C. Palacios, C. Córdova & G. Toapanta	Arbusto de 1m. Flores verdes
------------	--------------------	--	---------------------------------

---

Dentro de los ecosistemas de bosque se pudo evidenciar una mayor abundancia y presencia de especies, aunque, la gran mayoría son pequeños relictos de bosques que han ido quedando después de las actividades antrópicas, en las tablas se describen las especies diagnósticas que determinan estos ecosistemas que, por lo general en las vistas de capo se pudo corroborar que tienen una composición y estructura parecida.

### **MACRORELIEVE**

El macrorrelieve pertenece a la categoría de Montaña, caracterizada por grandes elevaciones naturales del terreno que poseen un desnivel desde la línea de base hasta la cumbre mayor a 300 m, cuya altura y formas se deben a plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre. Su cima puede ser aguda, subaguda, semiredondeada, redondeada y tabular, su pendiente es >30%. Las partes de una montaña son la cumbre y las laderas (vertientes), (Ministerio del Ambiente, 2012).

### **MESORELIEVE**

En el mesorelieve se caracterizó como relieve montañoso, a este grupo se incluyen las montañas cuya altura y formas se deben a plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en diverso grado por los procesos de denudación fluvio – erosional y glaciárica, respectivamente, (MAE, 2012)

### **PENDIENTE**

La medición de una pendiente es a menudo expresada como un porcentaje de la tangente. Se usa para expresar la inclinación de, por ejemplo, un camino sobre una elevación de terreno, donde cero indica que se está "a nivel" (con respecto a la gravedad) mientras que cifras correlativas ascendentes designan inclinaciones más verticales. Hay tres sistemas de numeración: el ángulo de una horizontal en grados como porcentaje: la tangente del ángulo de inclinación, o una definición

alternativa como porcentaje: el seno del ángulo: la razón del cambio de altitud a la longitud de la superficie entre dos puntos cualquiera. (Fundación Wikimedia, Inc.).

En relación, a Macrorelieve, Mesorelieve y pendiente se describe en los cuadros de la información obtenida de campo de los sitios de estudio.

**Tabla 18: Macrorelieve Mesorelieve y pendiente en los sitios de muestreo para bosques montano.**

UBICACIÓN DE LOS SITIOS	CANTÓN	PARROQUIA	MACRORELIEVE	MESORELIEVE	PENDIENTE
Llucud	Chambo	Matriz	Agudo	Colina Media	8 a 13%
Quebrada de Chalan	Riobamba	Punin	Agudo	Horts	8 a 13%

## ESTADO

El estado del paisaje en general se puede categorizar como medianamente alterado, la principal influencia antrópica se debe a la sobreexplotación de especies animales, tanto ganado vacuno como ovino, el apisonamiento y la configuración de las patas de estos animales causa una compactación en el suelo, impidiendo el desarrollo normal de las especies características, además del continuo avance de la frontera agrícola en el cual se puede evidenciar una disminución de los ecosistemas y especies. El turismo es una actividad que, en menor escala, incrementan el deterioro del paisaje, de la flora y fauna; cabe resaltar que esta zona tiene además la influencia permanente de personas que realizan el mantenimiento de la bocatoma de agua de regadío y su canalización, generando contaminación y degradación.

## AMENAZAS

Las amenazas detectadas se vinculan con hecho que puede producir un daño provocado por un evento natural o antrópico. Como puede ser avance de la frontera agrícola con pastizales primordialmente; disminuyendo notablemente la extensión de páramo conservado y existe la introducción de *Pinus radiata* en zonas sobre los 3850 msnm, razón por la cual se han

incrementado las vías de acceso, entre otras amenazas que son generadas por las personas del lugar y a su vez personas que no pertenecen al lugar de estudio como turistas.

**Tabla 19: Estado y amenazas en los sitios de muestreo para bosques montano.**

UBICACIÓN DE LOS SITIOS	CANTÓN	PARROQUIA	ESTADO	AMENAZAS
Llucud	Chambo	Matriz	Muy Alterado	Avance de Frontera Agrícola y Deforestación
Quebrada de Chalan	Riobamba	Punin	Muy Alterado	Actividades Turísticas

El estado de los bosques dentro de la zona de estudio se puede clasificar como muy alterado debido a las acciones antrópicas presentes como la presión que muestra el avance de la frontera agrícola la presencia de asentamientos humanos, cambio de uso de suelo para actividades ganaderas, la deforestación y en algunos casos las actividades turísticas en estos sitios han ido ganando terreno y degradando a estos ecosistemas que, en la mayoría de los casos son relictos de bosques pequeños parches que han ido quedando a través de los años.

**Tabla 20: Categorización de los sitios de estudio según el sistema de clasificación de ecosistemas del MAE 2013.**

Ubicación	Cantón	Parroquia	X	Y	Cobertura	Altura	Clasificación ecológica MAE	Código
Igualata	Guano	San Isidro de Patulú	757733	9829059	Herbazal	3467	Herbazal de páramo	HsSn02
Condor Chamana	Guano	San Andrés	749053	9837887	Herbazal	4266	Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo	HsNn03
Ruta Hielero	Guano	San Juan	751808	9838054	Herbazal	3951	Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo	HsSn03
Cañi	Colta	Cañi	726136	9802731	Herbazal	3400	Herbazal de páramo	HsSn02

Llucud	Chambo	Matriz	773077	9808114	Bosque	3495	Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	BsAn0 1
Quebrada de Chalan	Riobamba	Punin	762728	9803484	Arbustal	2923	Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes	AsMn0 1
Navag	Colta	Juan de Velazco			Herbazal	3700	Herbazal de páramo	HsSn02

Los sitios de estudio se han caracterizado de acuerdo a la clasificación del mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental publicado por el por el MAE (Julio 2013), según se describe en el cuadro, se ha tomado las siguientes variables: Geoforma, Bioclima, Piso Bioclimático, Biogeografía.

**Tabla 21: Cuadro resumen de las especies recolectadas**

PARAMO				
UBICACIÓN DEL SITIO	CANTON	PARROQUIA	PARAMETROS CUALITATIVOS	
			FAMILIAS	ESPECIES
Igualata	Guano	San Isidro de Putulú	Asteraceae	Gynoxys buxifolia
			Asteraceae	Gynoxys sodiroi
			Calceolariaceae	Calceolaria hyssopifolia
			Fabaceae	Otholobium mexicanum
			Melastomataceae	Brachyotum ledifolium
Condor Chamana	Guano	San Andres	Asteraceae	Diplostephium floribundum
			Asteraceae	Lasiocephalus involucratus
			Asteraceae	Gynoxys halli.
			Asteraceae	Diplostephium glandulosum
			Caprifoliaceae	Valeriana microphylla
			Gentianaceae	Gentianella cerastioides

			Lycopodiaceae	Huperzia crassa
			Asteraceae	Loricaria ilinisiae
			Asteraceae	Monticalia arbutifolia
			Asteraceae	Huperzia crassa
			Asteraceae	Chuquiraga jussieui
Ruta del Hielero	Guano	San Juan	Asteraceae	Monticalia arbutifolia
			Caprifoliaceae	Valeriana alypifolia
			Caprifoliaceae	Valeriana mycrophylla
			Ericaceae	Vaccinium floribundum
			Gentianaceae	Gentianella
			Lamiaceae	Clinopodium nubigena
			Cyperaceae	Uncinia hamata
			Rosaceae	Lachemilla galioides
			Gentianaceae	Gentiana sedifolia
			Asteraceae	Diplostephium glandulosum
Cañi	Colta	Cañi	Asteraceae	Loricaria illinisiae
			Asteraceae	Diplostephium floribundum
			Lamiaceae	Clinopodium nubigenum
			Asteraceae	Chuquiraga jusseui
			Dryopteridaceae	Polystichum orbiculatum

---

**BOSQUE MONTANO ALTO**

---

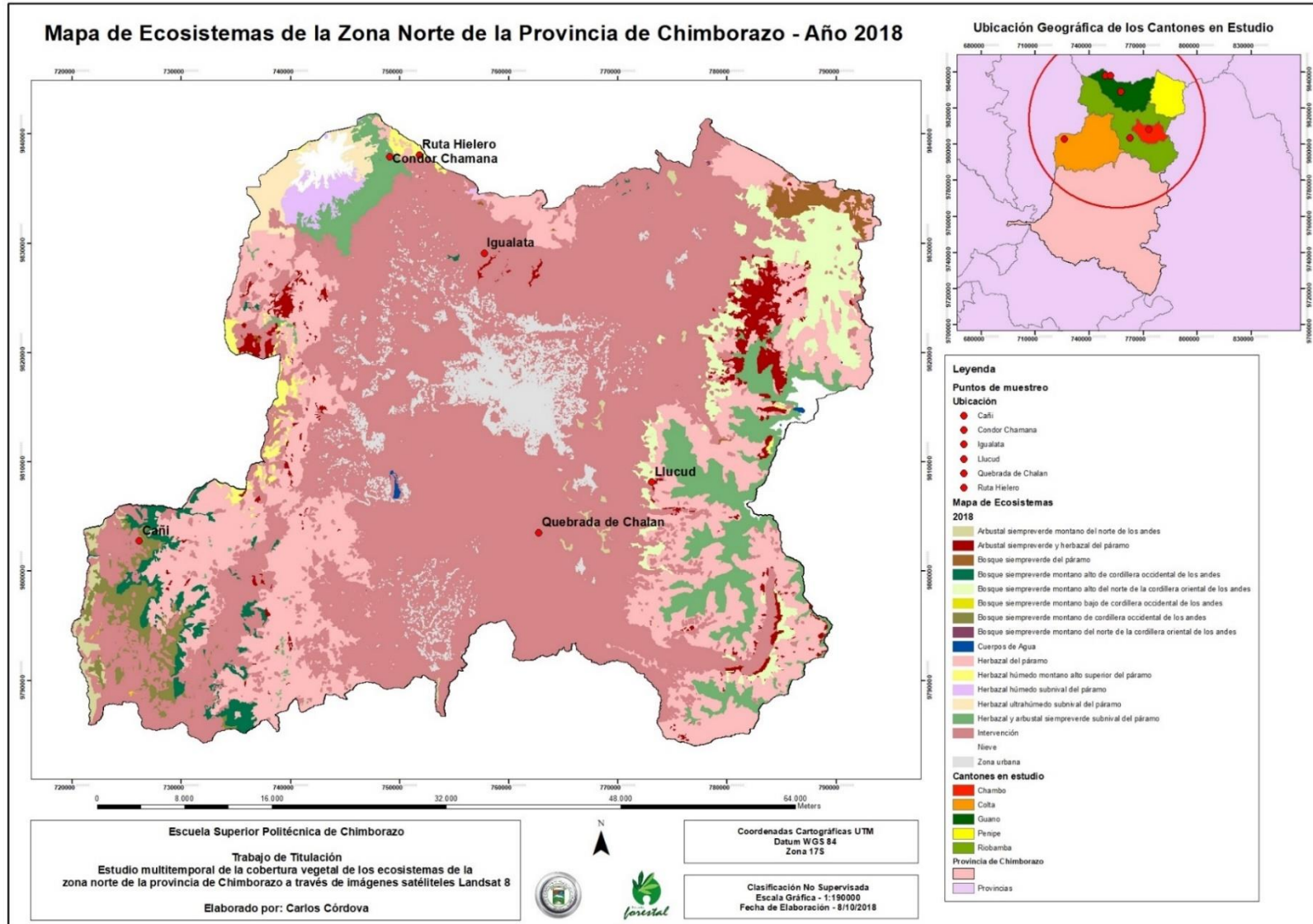
UBICACIÓN DEL SITIO	CANTON	PARROQUIA	PARAMETROS CUALITATIVOS	
			FAMILIAS	ESPECIES
			Asteraceae	Barnadesia arborea
Llucud	Chambo	Matriz	Campanulaceae	Syphocampylos giganteus

			Ericaceae	<i>Macleania cordifolium</i>
			Ericaceae	<i>Disterigma</i> <i>empetrifolium</i>
			Melastomataceae	<i>Brachyotum ledifolium</i>
			Melastomataceae	<i>Miconia crocea</i>
			Onagraceae	<i>Fuchsia loxensis</i>
			Primulaceae	<i>Myrsine andina</i>
			Schrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i>
			Solanaceae	<i>Solanum aphyodendrum</i>
			Solanaceae	<i>Solanum venosum</i>
			Asteraceae	<i>Aristeguetia glutinosa</i>
			Caprifoliaceae	<i>Valeriana decusata</i>
			Fabaceae	<i>Coursetia dubia</i>
			Lamiaceae	<i>Clinopodium tomentosum</i>
Quebrada de Chalan	Riobamba	Punin	Orchidaceae	<i>Epidendrum jamiesonii</i>
			Piperaceae	<i>Piper barbatum</i>
			Poaceae	<i>Stipa ichu</i>
			Polypodiaceae	<i>Plecuma</i>
			Solanaceae	<i>Cestrum peruvianum</i>

Según la tabla 22 se puede observar que la familia Asteraceae se presenta en los 5 puntos de muestreo con los géneros *Aristeguetia*, *Barnadesia*, *Diphlotephium*, *Loricaria*, *Monticalia*, *Chuquiraga*, *Huperzia*, *Lasiocephalus*, *Gynoxys*, siendo la familia más representativa dentro de los ecosistemas de páramos, esta tabla muestra las especies diagnósticas de estos ecosistemas.

En total se identificaron 51 especies de las cuales 31 fueron recolectadas en los ecosistemas de páramos y 20 especies en los ecosistemas de bosques.

**Mapa 13: Ubicación de los puntos de muestreo para la zona norte de la provincia de Chimborazo**

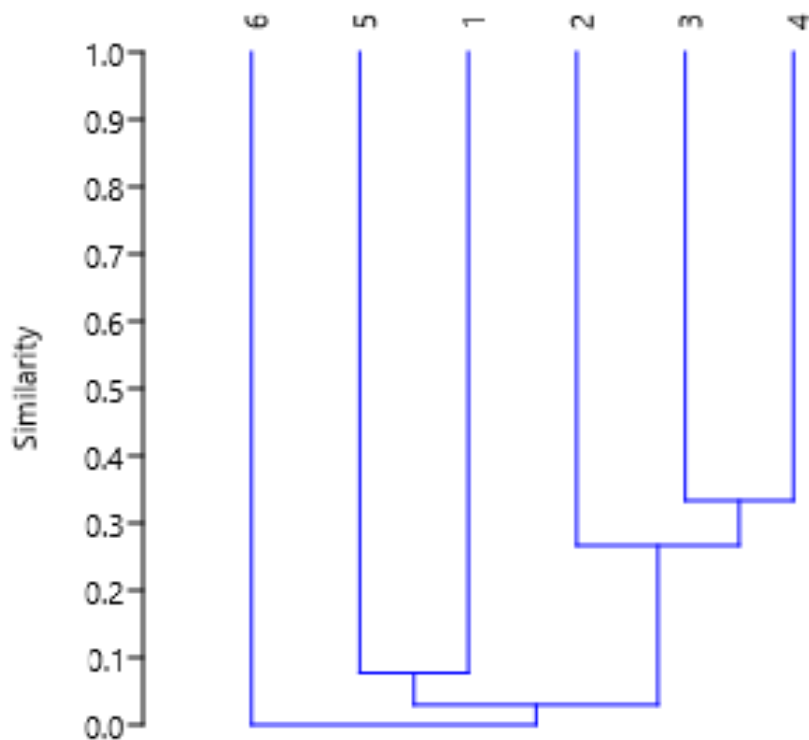


### 3. Índice de similitud

El índice de similitud se lo realizo a través del software PAST 3.0 el cual a través de una secuencia de clasificación de especies recolectadas que se lograron encontrar en algunos puntos de muestreo se puede apreciar que de acuerdo a las especies encontradas y el índice de similitud los puntos de Cañi con Ruta del hielero nos indican que comparten una alta similitud en cuanto a la composición de especies en tanto que el sitio de Condor Chamana (Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo) muestra cierta similitud en su composición con Cañi (herbazal de páramo) y ruta del Hielero (Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo), finalmente los puntos de muestreo de Chalan (Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes) y el Bosque de Lluçud muestran una muy baja similitud en su composición con los demás puntos de muestreo e incluso entre ellos (Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes).



**Figura 13: Índice de Similitud**



En donde los puntos de muestreo de acuerdo a los códigos son:

LOCALIDAD	CODIGO
Igualata	1
Condor Chamana	2
Ruta del hielero	3
Cañi	4
LLucud	5
Chalan	6

## **VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **A. CONCLUSIONES**

En la zona norte de la provincia de Chimborazo la cual está compuesta por cinco cantones de acuerdo al sistema de clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental Manejado actualmente por el MAE y a través del proceso de clasificación no supervisada de máxima probabilidad en el software ArcGis 10.3 se logró identificar 17 categorías.

La categoría de Intervención fue la de mayor extensión al igual que la categoría de zona urbana, estas categorías muestran una tendencia al crecimiento en los 3 periodos y son las que más han aumentado en estos 5 años de estudio.

En la categoría de bosques de igual manera han ido perdiendo territorio siendo las actividades antrópicas las principales causas de la pérdida de estos ecosistemas en los cuales se logró evidenciar que el avance de la frontera agrícola, la deforestación, el cambio de uso de suelo para cultivos de ciclo corto e incluso plantaciones de especies como Pino y las actividades agropecuarias han disminuido esta categoría en 2926,97ha en un periodo de 5 años.

En cuanto a la clasificación de páramos la categoría de herbazal de páramo es el ecosistema que mayor dominancia presenta dentro del área de estudio, aunque, esta misma clase presenta una tendencia a la disminución siendo las actividades antrópicas las principales causas de la pérdida de estos ecosistemas.

En el ecosistema de páramos se recolectaron 31 muestras de manera cualitativa de las cuales se identificaron 12 familias y 24 especies, la familia Asteraceae fue la que mayor número de especies presento 10 especies 7 géneros dentro de los 4 puntos de muestreo seguido de la familia Gentianaceae con 3 especies y 2 géneros.

En los ecosistemas bosques se recolectaron 20 muestras de las cuales se identificaron 15 familias y 20 especies, la familia Solanaceae presento 3 especies dos del género Solanum y una del género Cestrum, seguido de las familias Asteraceae, Ericaceae y Melastomataceae de las cuales se identificaron 2 especies cada una y finalmente las familias Campanulaceae, Caprifoliaceae,

Fabaceae, Lamiaceae, Onagraceae, Orchidaceae, Piperaceae, Poaceae, Polypodiaceae, Primulaceae y Schrophulariaceae de las cuales se identificaron 1 especie en cada familia.

## **B. RECOMENDACIONES**

Elaborar mapas con imágenes de mejor resolución como RAPIDEYE para áreas extensas y a través del método de clasificación de máxima probabilidad obtener una clasificación más detallada.

Elaborar un estudio multitemporal con más años en estudio para verificar las tendencias de cambio a través de los años para determinar y poder predecir escenarios futuros sobre los de cambios en la cobertura vegetal de estos ecosistemas.

Se propone la elaboración de un plan, programa o proyecto encaminado a la creación de un banco de semillas de especies propias de la zona con fines de regeneración y recuperación de estos ecosistemas que se encuentran altamente alterados.

Se propone que se detenga el avance de la frontera agrícola, que sea protegido bajo algún tipo de ordenanza a través de los GAD o reglamentación comunitaria, para frenar la pérdida y deterioro de estos ecosistemas.

## **IX. RESUMEN**

La presente investigación propone: realizar un estudio multitemporal de la cobertura vegetal de los ecosistemas de la zona norte de la provincia de Chimborazo a través de imágenes satelitales LANDSAT 8; implicó el uso de imágenes satelitales generando información espacial de diferentes periodos en los años 2013, 2015 y 2018 con la finalidad de analizar las tendencias de cambio de la cobertura vegetal, porcentajes y la dinámica que experimentan los ecosistemas de los 5 cantones dentro del estudio en donde también se recolectaron muestras de las especies diagnósticas de estos ecosistemas, se realizó la clasificación no supervisada determinando 16 categorías, teniendo así que la tasa de cambio dentro de del periodo 2013 -2018 se puede observar que la categoría de intervención es la categoría con mayor extensión la cual experimento un crecimiento en 1,605% es decir 4530 ha desde al año 2013 ocupando el 54,89% en el año 2018 de total del área, mientras que la categoría de zona urbana es la que más crecimiento experimento en los diferentes periodos en estudio siendo así que del año 2013 esta categoría ocupaba 2,91% del total del área y para el año 2018 aumento 2,06% es decir ocupa el 4,97% de total del área, en cambio los ecosistemas de páramos con sus diferentes categorías ocupa el 32,02% el mismo que ha experimentado una disminución en 2,59 % desde el año 2013, mientras que los bosques para el año 2018 presentan el 7,11 % mismos que han experimentado una disminución del 1, 03% durante los 5 años de estudio siendo las actividades antrópicas las principales causas para la disminución de estos ecosistemas, en tanto que los cuerpos de agua ocupan apenas el 0,054% mismo que han ido experimentado una disminución y pérdida de nuestro humedales en 0,004% durante estos 3 periodos de estudio.

**Palabras clave:** COBERTURA VEGETAL – ECOSISTEMAS - ESPECIES DIAGNÓSTICAS  
- ACTIVIDADES ANTRÓPICAS- IMÁGENES SATELITALES.

**Por:** Carlos Córdova



*Carlos Gabriel Córdova Regalado*  
26/11/2018

#### ABSTRACT

The present investigation proposes: to do a multitemporal study from the vegetal cover of the ecosystems in the north zone from Chimborazo province through LANDSAT 8 satellite images; It implied the use of satellite images generating special information from different periods in the years 2013, 2015 and 2018 with the purpose of analyzing the tendencies of change at the vegetation cover, percentages and the dynamics experienced by the ecosystems of the 5 cantons within the study where samples of the diagnostic species of these ecosystems were also collected, an unsupervised classification was made giving as a result 16 categories, thus taking into account that the exchange rate within the 2013-2018 it is evidenced that the category of intervention represents the category with the greatest extension, which experienced a growth of 1.605%, which means 4530 from the year 2013, occupying 54.89% in the year 2018 of total area, meanwhile the urban area category is the one that more growth experimented in different periods, in 2013 year this category occupied 2.91% of the total of the area, in the year 2018 it increases 2.06% that occupies the 4,97% of the total area, however the ecosystems of badlands with their different categories occupies 32,02%, the same one that has experienced a decrease in 2,59% since 2013, while the forests for the year 2018 have the same 7.11% which experienced a decrease of 1, 03% during the 5 years of study being anthropic activities the main causes for the decline of these ecosystems, while water bodies only occupies 0.054% same that have experienced a loss of wetlands lost by 0.004% during these 3 periods of study.

Keywords: VEGETABLE COVERAGE - ECOSYSTEMS - DIAGNOSTIC SPECIES - ANTHROPIC ACTIVITIES - SATELLITE IMAGES.

## X. BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, Z., & Aguirre, N. (1999). *Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales*. Herbario Loja # 5. Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. p. 30.
- Arévalo, W. (2016). *Determinación de cambios de la cobertura arbórea usando imágenes satelitales LANDSAT 7ETM+ a través de redes neuronales artificiales en la parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo* (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- Barbier, E. B., Acreman, M. C., & Knowler, D. (1997). *Valoración económica de los humedales – Guía para decisores y planificadores*. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.
- Bayas, D. (2015). *Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo del cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- Brink P., Russi D., Farmer A., Badura T., Coates D., Förster J., Kumar R., & Davidson N. (2013). *La economía de los ecosistemas y la biodiversidad relativa al agua y los humedales*. Resumen ejecutivo. Suiza.
- Briñez, R., Lina Castro, P., Santiago Cifuentes, S., Daniela Díaz, L., Paola Guepe, C., Andrés Matoma, C., Angélica Ospina, L., Daniel Vila, A., Sebastian Walteros, O., William Zárate, A., & Sebastian. (2011). *Ecología II*. Universidad Autónoma de Occidente. Ibagué. Colombia.
- Buendía Rodríguez, E., Vargas Pérez, E., Leyva Ovalle, Á., Terrazas Domínguez, S. (2002). *Aplicación de redes neuronales artificiales y técnicas sig para la predicción de coberturas forestales* Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 8(1), pp. 31- 37 Universidad Autónoma Chapingo, México. Consultado el: 8 de abril del 2018. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id>

- Ceron, C. (2003). *Manual de botánica, sistemática, etnobotánica y métodos de estudio en el Ecuador*. Herbario “Alfredo Paredes” QAP, Escuela de Biología de la Universidad Central del Ecuador. Quito.
- Chuvieco, E. (1990). *Fundamentos de teledetección espacial*. (1ª. ed.). Revisada. España. RIALP.
- Chuvieco, E. (1996). *Fundamentos de teledetección espacial*. (3ª. ed.). Revisada. España. RIALP.
- Eguiguren, P., Ojeda, T., & Aguirre, N. (2010). *Diversidad florística del ecosistema paramo del Parque Nacional Podocarpus para el monitoreo del cambio climático*. Consultado el: 7 de septiembre del 2018. Disponible en: [http://www.unl.edu.ec/miccambio/wp-content/uploads/2010/07/Eguiguren-Ojeda-2010\\_Diversidad-Flor%C3%ADstica-del-PNP\\_docx.pdf](http://www.unl.edu.ec/miccambio/wp-content/uploads/2010/07/Eguiguren-Ojeda-2010_Diversidad-Flor%C3%ADstica-del-PNP_docx.pdf). Consultado el: 23 de abril del 2018.
- Farley, K.A., E.F. Kelly., & R.G. Hofstede. (2004). *Soil organic carbon and water retention following conversion of grasslandsto pine plantations in the Ecuadorian Andes*. *Ecosystems* 7 (7).
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Chimborazo. (2013). *Caracterización de los ecosistemas de la provincia de Chimborazo*. Coordinación de planificación. Riobamba, p. 107
- García-Mora, T. J., & Jean-François, M. (2011). *Evaluación de imágenes del sensor MODIS para la cartografía de la cobertura del suelo en una región altamente diversa de México*. (C. d. Ambiental, Ed.) Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 63(1).
- Garitacelaya, J., Gómez, N., Martín, F. & Avilés, C. (2006). *Tipología y fases de evolución en el desarrollo natural de la sabina (Juniperus thurifera) y su aplicación al señalamiento de las cortas*. Artículo inédito. España.
- Goillot, C. H. (1976). Rapport de Synthere, C. R. Table ronde C.N.R.S. *Ecosystems bocagers*, Rennes.
- Hofstede, R. G. M. (1995). *Efects of burning and grazing on a Colombian páramo ecosystem*. Ph.D. thesis, Universiteit van Amsterdam.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. (2011). *Imágenes Satelitales RAPIDEYE*. México. Consultado el: 20 de agosto del 2018. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/rapideye.aspx>.
- Jiménez, C., Orozco, R., & Martínez, P. (2010) *Biodiversidad una alerta. Casa del tiempo*. Vol. 4. Num 36. México.
- Lambin, E. F. (1994). *Modelling Deforestation Processes. A Review. Tropical Ecosystem Environment Observations by Satellites (TREES)*. TREES Series: Research Report No. 1. Publicado por la Comisión Europea, Luxemburgo. p. 113.
- León, Y. (2002). *Introducción a las Imágenes Satelitales*. Centro de Investigaciones Geoespaciales (CIG). Santo Domingo. República Dominicana.
- Lillesand, T. (2000). *Remote Sensing and Image Interpretation*. Ralph W. Kiefer. (4ª. ed.). Guajira. Colombia
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025*. República del Ecuador. Quito.
- Meyer, W. B. & Turner, B. L. II (1994). «*Global land-use and land-cover change: report of working group A*». En: Meyer, W.B. y B.L. Turner II (eds.) 1994. *Changes inland use and land cover: a global perspective*. Cambridge University Press.
- Mora, H. (2007) *Sensores Remotos*. En: Modulo Geomática y Demografía. Manizales, Colombia. p. 25.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO (2001). *Global Forest Resources Assessment 2000*. Main report. FAO Forestry Paper 140. FAO Rome. p. 479.
- Pauli, H., Gottfried, M., Lamprecht, A., Niessner, S., Rumpf, S., Winkler, M., & Steinbauer, K. &. (2015). *Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Aproximación al estudio de las cimas. Métodos básicos, complementarios y adicionales*. (5ª. ed). España: Edición en español a cargo de Benito, J.L. & Villar, L.



- Pérez, D. (2007). *Introducción a los Sensores Remotos. Aplicaciones Curso Teórico Práctico*. Buenos Aires, Argentina: Laboratorio de Tectónica Andina.
- Phillips, O., & Miller, J. S. (2002). *Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set*. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 89: 1–319.
- Podwojewski, P., Poulénard, J., Zambrana, T. and Hofstede, R., (2002). *Overgrazing effects on vegetation cover and properties of volcanic ash soil in the páramo of Llangahua and La Esperanza* (Tungurahua, Ecuador). Soil Use and Management, p. 45–55.
- Poma, K. (2013). *Composición florística, estructura y endemismo de un bosque siempreverde de tierras bajas de la amazonía, en el cantón Taisha, Morona Santiago*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja. Loja.
- Poulénard, J., Podwojewski, P., Janeau, J. L. and Collinet, J., (2001). *Runoff and soil erosion under rainfall simulation of andisols from the Ecuadorian páramo: effect of tillage and burning*. Catena, p. 185–207.
- RAMSAR (2009). *Servicios de los ecosistemas de humedales*. Ficha Informativa Introductoria. Suiza.
- Reynoso, R. (2014). *Dinámica de uso del Suelo y Cobertura Vegetal de la Cuenca Metztitlan, Hidalgo, México*.
- Rodolfo, F. (2017). *Composiciones Landsat en ArcGis*. Guía básica. Bogotá. Colombia. p. 45.
- Rodríguez, M. (2011). *Estudio de la diversidad florística a diferentes altitudes en el páramo de almohadillas de la comunidad de Yatzaputzan, cantón Ambato*. ESPOCH. Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba – Ecuador.
- Romero, F. (2006). *La Teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental*. Madrid. España. Revista AquaTIC, nº 24, p. 13-41.
- Suárez, E., & Medina, G. (2001) "Vegetation structure and soil properties in Ecuadorian páramo grasslands with different histories of burning and grazing", en Arctic, Antarctic, and Alpine Research, No. 33, Boulder, Institute of Arctic and Alpine Research, p. 158-164.

- Tricart, J. L. (1979). *Paisaje y ecología*. Revue de Géomorphologie Dynamique, XXVIII. España.
- Velázquez, A., Duran, E., Larrazabal, A., Lopez, F., & Medina, C. (2010). *La cobertura vegetal y los cambios de uso de suelo*. p. 28, 32. Consultado el: 2 de marzo del 2018. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/601/cobertura.pdf>
- Verburg, P. H., Kok, K, G.H.J., Veldkamp, A. B.& Koning, J. (1999). «*A spatial explicit allocation procedure for modelling the pattern of land use change based upon actual land use*». Ecological Modelling. Países Bajos, p. 45– 61.

**XI. ANEXOS**



**Anexo 1: Páramo de Condor Chamana**



**Anexo 2: Humedales Condor Chamana**



**Anexo 3: Humedales Condor Chamana**



**Anexo 4: Recolección de muestras Condor Chamana**



**Anexo 5: Herborización de las muestras**



**Anexo 6: Paisaje Las Abras**



**Anexo 7: Herborización de las muestras**



**Anexo 8: Prensado de las muestras**



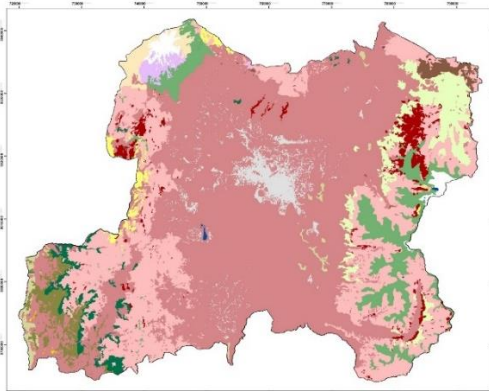
**Anexo 9: Paisaje del bosque de Llucud**



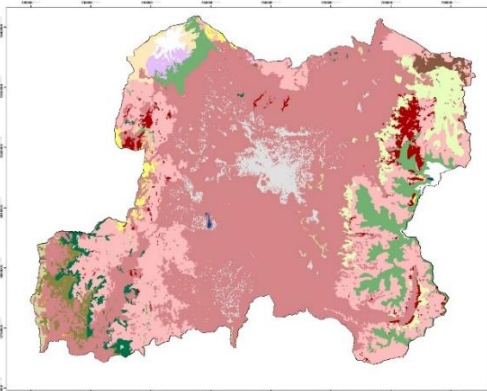
**Anexo 10: Recolección de muestras en bosque de Llucud**

## Anexo 11: Mapa de ecosistemas de los años 2013, 2015 y 2018

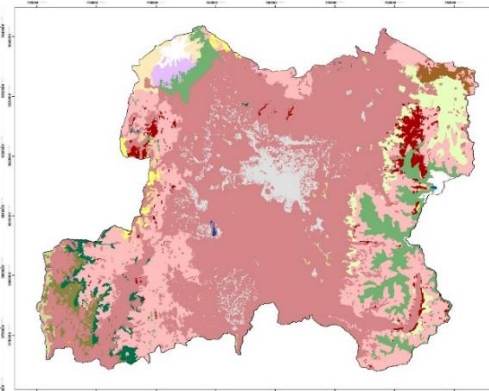
Mapa de Ecosistemas de la Zona Norte de la Provincia de Chimborazo - Año 2013



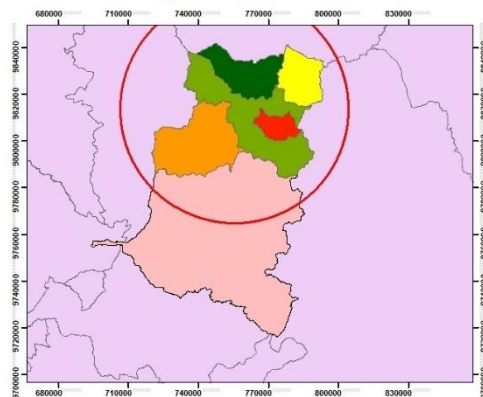
Mapa de Ecosistemas de la Zona Norte de la Provincia de Chimborazo - Año 2015



Mapa de Ecosistemas de la Zona Norte de la Provincia de Chimborazo - Año 2018



Ubicación Geográfica de los Cantones en Estudio



### Leyenda

#### Mapa de Ecosistemas

2018

- Arbustal siempreverde montano del norte de los andes
- Arbustal siempreverde y herbazal del páramo
- Bosque siempreverde del páramo
- Bosque siempreverde montano alto de cordillera occidental de los andes
- Bosque siempreverde montano alto del norte de la cordillera oriental de los andes
- Bosque siempreverde montano bajo de cordillera occidental de los andes
- Bosque siempreverde montano de cordillera occidental de los andes
- Bosque siempreverde montano del norte de la cordillera oriental de los andes
- Cuerpos de Agua
- Herbazal del páramo
- Herbazal húmedo montano alto superior del páramo
- Herbazal húmedo subnival del páramo
- Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo
- Herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo
- Intervención
- Nieve
- Zona urbana

#### Cantones en estudio

- Chambo
- Colta
- Guano
- Penipe
- Riobamba

#### Provincia de Chimborazo

- Provincia de Chimborazo
- Provincias

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Trabajo de Titulación

Estudio multitemporal de la cobertura vegetal de los ecosistemas de la zona norte de la provincia de Chimborazo a través de imágenes satélites Landsat 8

Elaborado por: Carlos Córdova



Coordenadas Cartográficas UTM  
Datum WGS 84  
Zona 17S

Clasificación No Supervisada  
Escala Gráfica - 1:190000  
Fecha de Elaboración - 8/10/2018



## Anexo 122: Certificado de identificación

### AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Nro. 014-IC-DPACH-MAE-2018

FLORA: X

FAUNA:

VARIOS:

El Ministerio del Ambiente, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, autoriza:

Nombres y Apellidos	C.C.	Nacionalidad
Karina Rosana Bautista Rojas	0603371212	Ecuatoriana
Wilfrido Fabian Haro Arrieta	0601623861	Ecuatoriana
Diana Patricia Bustamante Calderon	1103924476	Ecuatoriana

Y al equipo de trabajo:

Nombres y Apellidos	C.C.	Nacionalidad
Leiza Marcelo Carrizosa Alfaz	0602612566	Ecuatoriana
Carlos Gabriel Cordova Regulado	1723456172	Ecuatoriana
Zulema Gabriela Toapanta Moreno	1726647199	Ecuatoriana

Para llevar a cabo la investigación, "Actualización de los ecosistemas 2018 para el Plan de gestión de la provincia de Chimborazo".

De acuerdo a las siguientes especificaciones:

- Solicitante de Ing. Karina Bautista, Coordinadora de Gestión Ambiental GADPCH.
- Auspicio de institución científica nacional: Ninguna
- Auspicio de institución científica internacional: Ninguna
- Institución que financia la investigación: GADPCH
- Contraparte de la Dirección Provincial del Ambiente de Chimborazo: Mvz. Marta Dolores Astudillo.
- Vigencia de esta Autorización: 19.07.2018 a 19.07.2019
- Fecha de entrega de informe final: 10.07.2019
- Valoración Técnica del Proyecto: Mvz. Marta Dolores Astudillo
- Se autoriza la colección de 2 muestras de 20 especies botánicas de paramo en 14 sitios (280 spp) y 50 especies botánicas de árboles y arbustos de en 25 sitios (1250 spp)
- Las muestras serán ingresadas en el Herbario de la ESPOCH y el duplicado en el Herbario Nacional del Ecuador (INABIO), según consta en el proyecto.
- Esta Autorización NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA / FAUNA O MICROORGANISMOS, sin el correspondiente permiso. Competencia de cada una de las direcciones provinciales del MAE, y que deberá gestionarse en cada dependencia.
- Esta Autorización NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA/FAUNA O MICROORGANISMOS, sin la correspondiente autorización de la Dirección Nacional de Biodiversidad o cada uno de los Centros de Ciencia y Manejo de Flora Fauna (Herbarios, Museos de Historia Natural) que cuente con patente vigente emitida por la Autoridad Ambiental.
- De los resultados que se desprenda de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio del Ambiente.
- Estos especímenes NO podrán ser utilizados en actividades de BIOPROSPECCIÓN NI ACCESO AL RECURSO GENÉTICO, sin la correspondiente Autorización del Ministerio del Ambiente, caso contrario se procederá como lo establece el COIP.- Artículo 248.- Delitos contra los recursos del patrimonio genético nacional.

Obligaciones del investigador:

- Entregar a la Dirección provincial del Ambiente de Chimborazo, (02) dos copias del informe final impreso en formato PDF, (incluyendo una versión digital), de los resultados de la autorización otorgada. (Solicitar Formato).
- Esta taxonómica de las especies debidamente identificadas, objeto de la autorización de colecta con sus respectivas coordenadas. (Solicitar Formato).

17. Aclarar en las publicaciones científicas, libros o informes técnicos científicos, el número de Autorización de Investigación Científica otorgada por el Ministerio del Ambiente, con el que se colectó el material biológico.
18. Entregar copias de las publicaciones a la Dirección Provincial del Ambiente de Chimborazo
19. Entregar copias del material fotográfico que puedan ser utilizados para difusión. (Se respetará los derechos de autoría)

Del cumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales 15, 16, 17, 18, 19, se responsabiliza a Karim Rosana Bautista Rojas y Wilfredo Liram Haro Arriola.

SE AUTORIZA LA COLECCIÓN EN LAS PROVINCIAS, CANTONES Y AREAS PROTEGIDAS Provincia de Chimborazo, Cantones: Guano, Peñipe, Riobamba, Chambo, Colta, Guanoite, Pallatanga, Alausi, Cananda Chimbo.

SE AUTORIZA EL ESTUDIO DE MUESTRAS BIOLÓGICAS CON EL PROPÓSITO DE: Evaluar el estado de conservación de 16 ecosistemas en la provincia de Chimborazo y disponer de información geográfica provincial que permita la actualización del Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Chimborazo

SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA INVESTIGACIÓN:

Materiales y equipos	
Fundas plásticas	Presas
Hojas aéreas	Flexómetro
GPS	Brújula
Hojas de poda	Cinta diamétrica o forcipula
Cinta de colores y pintura biodegradable	Binoscúlos
Jalones de PVC	Jalones de madera
Cuerda Nylon	Material Cartográfico e imágenes satelitales de la provincia
Computadora	Material de Oficina

#### OBLIGACIONES Y CONDICIONES PARA LA VIGENCIA DE ESTA AUTORIZACIÓN:

1. LAS MUESTRAS PRODUCTO DE ESTA INVESTIGACIÓN DEBERÁN SER CATALOGADAS POR INDIVIDUO O FOTES.
2. ESTA AUTORIZACIÓN FACULTA LA COLECCIÓN/ MANIPULACIÓN DE ESPECIMENES VIVOS, MISMO QUE NO PODRÁN SER UTILIZADOS COMO MATERIAL PARENTAL PARA MANEJO COMERCIAL.
3. ESTA AUTORIZACIÓN ES EXHIBIDA BAJO LOS TERMINOS EXPRESADOS EN LA PROPOSTA DE INVESTIGACION, EN TAL SENTIDO HABILITA EL MANEJO DE FAUNA, FLORA O MICROORGANISMOS QUE HAYAN SIDO EXPRESADOS EN LA PROPOSTA TÉCNICA TANTO EN TAXONES COMO EN NÚMERO DE INDIVIDUOS.
4. LOS INVESTIGADORES DEBERÁN REALIZAR SUS INTERVENCIONES EN CAMPO BAJO UN MANEJO RESPONSABLE Y EFICAZ CON LOS ESPECIMENES, ASÍ COMO CON LOS EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS DURANTE LA INVESTIGACIÓN.
5. PARA EL INGRESO A AREAS DE PROPIEDAD PRIVADA LOS INVESTIGADORES DEBERÁN CONTAR CON LA AUTORIZACIÓN DEL RESPECTIVO PROPIETARIO.
6. PARA EL INGRESO A AREAS NATURALES PROTEGIDAS LOS INVESTIGADORES DEBERÁN CONTAR CON LA AUTORIZACIÓN DEL RESPECTIVO RESPONSABLE DE ÁREA.
7. NO SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE ARMAS DE FUEGO, EXPLOSIVOS O SUSTANCIAS VENENOSAS, COMO METODOLOGÍA DE ESTA INVESTIGACIÓN.
8. SE PROHIBE EL INGRESO A LAS AREAS NATURALES DEL ESTADO ETRCO, PORTANDO ARMAS, EXPLOSIVOS, TÓXICOS, CONTAMINANTES, MATERIAL VEGETATIVO, ESPECIES ANIMALES Y EN GENERAL TODO OBJETO QUE AFECTE A LA INTEGRIDAD DEL ÁREA.
9. ESTA AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN QUÉNTER Y PODRÁ SER RENOVADA ANUALMENTE PREVIAMENTE AL CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES CONTRAÍDAS POR EL INVESTIGADOR, ENTREGA Y APROBACIÓN DE INFORMES PARCIALES O FINALES EN LAS FECHAS INDICADAS. DE SE SOLICITARA PRORROGA QUINCE DÍAS ANTES DE LA FECHA DE VENCIMIENTO QUE INDICA EN EL DOCUMENTO.

CHIMBORAZO



11. TODO USO INDEBIDO DE ESTA AUTORIZACION, ASÍ COMO EL INCUMPLIMIENTO DE ASPECTOS LEGALES, ADMINISTRATIVOS O TÉCNICOS ESTABLECIDOS EN LA MISMA, SERÁN SANCIONADOS DE ACUERDO A LA OMBUDIANZA, A LA LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE Y AL FONTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA Y DEMÁS NORMATIVA PERTINENTE.

12. EL INCUMPLIMIENTO DE CUALQUIERA DE ESTAS DISPOSICIONES ASÍ COMO EL USO INDEBIDO DE ESTE DOCUMENTO, O EL INCUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES LEGALES, ADMINISTRATIVAS O TÉCNICAS ESTABLECIDAS EN LA MISMA, SERÁN SANCIONADOS CONFORME A LA NORMATIVA LEGAL VIGENTE Y CON LA SUSPENSIÓN INMEDIATA DE LA PRESENTE AUTORIZACIÓN.

13. TASA POR AUTORIZACION: 20 VEINTE DÓLARES DEPOSITADOS EN BANECUADOR CUENTA 3001174975, CON REFERENCIA SPRECIBO DE C.A. 2496

*[Handwritten signature]*



Ing. Marcelo Pino Caceres  
DIRECTOR PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE CHIMBORAZO

QMA 10.07.2018  
CAC 10.07.2018