

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE GEOGRAFÍA

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA GEÓGRAFA EN GESTIÓN AMBIENTAL

“EI ESTADO DEL ARTE DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN
LOS ANDES ECUATORIANOS HASTA EL AÑO 2016”

NOMBRE:
KARLA BIBIANA AGUILERA ALBÁN

DIRECTORA: SHEIKA ARAGUNDI LEÓN, PhD

QUITO, JULIO 2018

AGRADECIMIENTO

A los incondicionales Carlos y María, mis padres amados. Gracias por brindarme tanto amor e impulsarme a cumplir todos mis sueños.

A mi ñaña Anita, por tu cariño y paciencia.

A mi profe Sheika a quien tengo mucho cariño y respeto, gracias por ser una excelente maestra y un ser humano ejemplar.

A mis profesores Carlitos y Alexandra, de quienes me llevo hermosos recuerdos y grandes enseñanzas.

TABLA DE CONTENIDOS

TÍTULO	6
TEMA	6
JUSTIFICACIÓN	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
ANTECEDENTES	9
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	14
OBJETIVOS	14
Objetivo General:.....	14
Objetivos Específicos:.....	14
METODOLOGÍA	15
CAPÍTULO I	18
RESULTADOS SOBRE LA RECAPITULACIÓN HISTÓRICA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, A NIVEL GLOBAL Y EN EL ECUADOR	18
1.1. La Biología de la Conservación y La Ecología de la Restauración.....	18
1.2. La restauración ecológica.....	20
1.2.1. Disturbio, sucesión ecológica, equilibri.....	20
1.2.2. Rehabilitación, reemplazo, re-creación y reclamación.....	21
1.2.3. La restauración ecológica en la práctica.....	22
1.2.4. Un plan de restauración incluye.....	23
1.2.5. Lineamientos internacionales para la restauración ecológica propuestos por la Society for Ecological Restoration (SER).....	24
1.2.6. Pasos para la planificación e implementación de proyectos de restauración según la Society for Ecological Restoration (SER).....	26
1.2.7. Desafíos de la restauración.....	26
1.3. Recuento histórico de la restauración ecológica.....	27
1.3.1. A nivel global, antes de los 90's.....	27
1.3.2. A nivel global, de los 90's en adelante.....	29
1.3.3. La Restauración en América Latina y Ecuador.....	32
1.3.4. ¿Quién define los enfoques de restauración ecológica en América Latina?.....	32
1.4. Discusión.....	37
CAPÍTULO II	38
RESULTADOS SOBRE LA SISTEMATIZACIÓN DE INTERVENCIONES PERTINENTES A LA RECUPERACIÓN DE ECOSISTEMAS EN LA SIERRA DEL ECUADOR	38
2.1. Región biogeográfica Andes.....	38
2.2. Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017.....	39

2.3. Esfuerzos de restauración ecológica llevados a cabo en los Andes ecuatorianos hasta el año 2016.....	41
2.4.....	Discusión
	50
CAPÍTULO III.....	51
RESULTADOS EN CUANTO A LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS INTERVENCIONES DE RESTAURACIÓN	51
3.1. Sistema de Clasificación de Ecosistemas para el Ecuador Continental.....	51
Pisos bioclimáticos y nomenclatura de los ecosistemas.....	51
3.2. Distribución espacial de las intervenciones de restauración.....	52
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES.....	66
ANEXOS.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Compromisos de 10 países de América Latina con las iniciativas internacionales de restauración. Adaptado de Aguirre et al (2017).	33
Tabla 2. Distribución de los proyectos de restauración en los Andes del Ecuador.....	52

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Disciplinas que integra la biología de la conservación, modificado de Groom et al., (2006).	19
Ilustración 2. Mejora, rehabilitación y remplazo. Traducido de Groom et al., (2006).....	23

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Proyectos de restauración ecológica en los Andes del Ecuador.....	55
Mapa 2: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas en los proyectos de restauración del Carchi	56
Mapa 3: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas en los proyectos de restauración de Imbabura.....	57
Mapa 4: Pisos bioclimáticos y tipos de ecosistemas en los proyectos de restauración de Pichincha....	58
Mapa 5: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas en los proyectos de restauración de Napo	59
Mapa 6: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas en los proyectos de restauración de Tungurahua. 60	
Mapa 7: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas en los proyectos de restauración de Azuay.....	61
Mapa 8: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas en los proyectos de restauración de Loja.....	62
Mapa 9: Uso actual del suelo en los proyectos de restauración ecológica	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Seis conceptos clave que fundamentan las mejores prácticas de restauración ecológica, resumido de McDonald, Gann, Jonson, & Dixon (2016).....	25
Cuadro 2. Pasos de la Sociedad para la Restauración Ecológica para la planificación e implementación de proyectos de restauración. Resumido de McDonald et al., (2016).	26
Cuadro 3. Aspectos relevantes en torno al desarrollo de la práctica de la restauración ecocéntrica. Resumido de Jordan III & Lubrick (2011).....	28
Cuadro 4. Proyectos de restauración ecológica en la región Andes del Ecuador hasta el año 2016	41
Cuadro 5. Pasos que cumplen los proyectos para llevar a cabo una restauración ecológica y su propuesta de restauración	47
Cuadro 6. Factores diagnósticos para la nomenclatura de ecosistemas según MAE (2013).....	51
Cuadro 7. Tipos de ecosistemas en los que se localizaron los esfuerzos de restauración	53
Cuadro 8. Usos del suelo en donde se ubican los proyectos de restauración	54

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Proyectos de restauración ecológica fuera de los Andes.....	68
ANEXO 2. Pedido y respuesta de Información del MAE.....	69
ANEXO 3. Ubicación de Proyectos que no presentaron coordenadas de ubicación.....	71
ANEXO 4. Descripción de los ecosistemas en los que se han llevado a cabo los proyectos de restauración.....	74

TÍTULO

“Estado del arte de la restauración ecológica en los Andes Ecuatorianos hasta el año 2016”

TEMA

Dada la importancia del mantenimiento de los bienes y servicios ecosistémicos para las poblaciones humanas, la práctica de la Restauración Ecológica juega un rol importante, pues sus avances en cuanto a fundamentos científicos, teoría y práctica permiten afrontar los retos planteados por el alto nivel de degradación de varios ecosistemas (Sanderson et al., 2002). A través del estudio del conocimiento acumulado sobre esta práctica en la región Andina se pretende dar cuenta de la aplicación y avances que se han llevado a cabo con respecto a esta práctica en los Andes del Ecuador.

JUSTIFICACIÓN

Esta disertación se enfoca en los esfuerzos de manejo y conservación llevados a cabo en los paisajes y ecosistemas andinos del Ecuador. Estos esfuerzos constituyen un gran reto para el Ecuador ya que los ecosistemas que allí se ubican, fuente de agua y recursos naturales para las poblaciones, están severamente degradados por actividades humanas y requieren recuperación.

A pesar de que la restauración ecológica sea una práctica reciente (Aber & Jordan III, 1985), la ciencia en la que se sustenta, la Ecología de la Restauración, está evolucionando en una disciplina clave para la protección del ambiente, tanto por restaurar sitios severamente degradados como por ser un medio para mejorar la gestión de los espacios naturales que han sido poco alterados o relativamente inalterados (Groom, Meffe, & Carroll, 2006). Por esta razón, organismos internacionales como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y tratados como el CBD (Convenio de Diversidad Biológica) han incluido esta práctica como estrategia para la conservación de la biodiversidad (Murcia & Guariguata, 2014).

El Ecuador cuenta con instrumentos legales como tratados internacionales, la Constitución de la República, reglamentos y normativas técnicas que apoyan la práctica de la restauración. En este marco se han realizado varios trabajos de restauración y por tanto es factible realizar esta investigación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde tiempos remotos la biodiversidad ha sido usada y manejada de diferentes maneras por los seres humanos; obtenemos alimentos, fibras textiles, materiales de construcción, productos industriales, etc., y nos beneficiamos de los servicios ambientales y ecológicos que esta biodiversidad nos provee (MAE, 2001). Esto es particularmente cierto para los ecosistemas de la región Andina a los que se les atribuye un importante rol en la regulación hídrica, provisión de agua, protección de cuencas, entre otras. No obstante, la larga historia de uso del suelo y conversión a usos agrosilvopastoriles ha provocado una severa degradación de estos ecosistemas, en muchos casos, al punto de dejarlos inutilizables (MAE, 2001; Hofstede et al., 2014). Como respuesta por parte de varios países del mundo a esta situación, de los cuales el Ecuador no es la excepción, surge la necesidad de recuperar las funciones de los ecosistemas a través de la restauración ecológica. Sin embargo, en el Ecuador muy poco se conoce sobre el surgimiento, desarrollo y aplicación de esta práctica cuyo estado del arte es necesario conocer previo a cualquier análisis sobre la eficiencia de esta práctica en el Ecuador.

ANTECEDENTES

La cordillera de Los Andes Tropicales por su compleja geografía y sus condiciones climáticas variadas, otorga a los países de la región gran diversidad biológica y de ecosistemas (Josse et al., 2009) que implican servicios ecosistémicos correspondientes a esa diversidad. Por lo tanto, los países Andinos tienen una gran responsabilidad en emprender acciones para su conservación, ya que grandes ciudades como Quito dependen en gran medida del mantenimiento de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas altoandinos (Josse et al., 2009).

Generalmente los ecosistemas transformados por usos diversos del suelo y/o aprovechamiento de los recursos naturales pierden su diversidad biológica y consecuentemente su funcionalidad. Al interrumpirse el disturbio, estos sistemas suelen ser colonizados por comunidades ecológicas en cierta secuencia, misma que está determinada por interacciones entre los miembros de la comunidad (autogénica) o por cambios derivados de factores externos (alógena). La práctica de la restauración ecológica intenta regresar hábitats degradados a su estado pre-disturbio mediante el fomento de una sucesión ecológica secundaria (Beeby, 1993). Asegurando que los bienes y servicios ecológicos, incluyendo los valores estéticos, sean mantenidos (Jackson, 2011). Desde el principio de la disciplina, los objetivos de la restauración de ecosistemas y paisajes han estado enfocados en el ser humano y en el mantenimiento de ciertas funciones de los ecosistemas para: productividad, hábitat de especies de interés y otras formas de capital natural que mejoran el sistema ecológico (Jordan III & Lubrick, 2011).

La importancia de la restauración ecológica es ampliamente reconocida en el marco de la política internacional. En el año 2000, la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN) creada en 1948 y actualmente la red ambiental más grande y diversa del mundo que ejerce autoridad mundial con respecto al estado de la naturaleza y los recursos naturales (UICN, 2017), incluyó a esta práctica en su estrategia para conservación de la biodiversidad y como herramienta de manejo de áreas protegidas. El Convenio de Diversidad Biológica (CBD), un tratado internacional jurídicamente vinculante puesto en vigor en 1993 con tres objetivos principales: conservación de la diversidad biológica, utilización sostenible de sus componentes y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos (ONU, 2016). En el año 2012 en la reunión de la

Conferencia de las Partes en India, emitió la decisión (XI/16) que incita a las partes a cumplir con las metas Aichi 14 y 15 de conservación de la biodiversidad mediante la restauración ecológica (Aronson & Alexander, 2013).

En el Ecuador, en el año 2016, tuvo lugar el I Congreso Ecuatoriano de Restauración del Paisaje (CERP), donde se creó la Red Ecuatoriana de Restauración del Paisaje. De los países por los cuales atraviesa la cordillera de los Andes, únicamente en Colombia existe una institucionalidad consolidada (*REDCRE*), y solamente en este país, en el 2014 se realizó un trabajo con el propósito de analizar la evolución de la disciplina e identificar cuáles son los retos y oportunidades para su expansión (Murcia & Guariguata, 2014).

MARCO REFERENCIAL

La finalidad de este trabajo es evaluar el **estado del arte** de la restauración ecológica en el Ecuador, entendiéndose a éste como el producto de una investigación de modalidad documental que permite la recolección y sistematización del conocimiento acumulado de un área específica para dar cuenta de la situación en la que se encuentra, evitar la duplicación de esfuerzos e identificar posibles errores (Londoño et al., 2014). El estado del arte es una referencia a través de la cual el investigador puede asumir una postura crítica frente a una temática o problemática concreta, con respecto a lo que se ha hecho y lo que falta por hacer (Londoño et al., 2014).

Por otro lado, la **Ecología de la Restauración (ER)**, el campo de la ciencia asociado con la Restauración Ecológica (RE) surgió a mediados de los años 80 cuando Jhon Aber y William Jordan, profesores de la universidad de Wisconsin, reconocieron que aunque la degradación de los ecosistemas continúa de forma acelerada, no existe una “Ciencia de la salud de la Tierra” (T. P. Young, Petersen, & Clary, 2005). Estos investigadores propusieron que la Ecología de la Restauración proporcione un marco para el estudio sistemático de la restauración y para la reconstrucción de comunidades y ecosistemas (Aber & Jordan III, 1985). En la actualidad, la Ecología de la Restauración provee conceptos, modelos, metodologías y herramientas para la práctica de la restauración ecológica (SER, 2002).

La **restauración ecológica** es un proceso que busca recuperar la estructura, funcionalidad y autosuficiencia de un ecosistema de tal forma que sean similares a las existentes antes de que éste haya sido degradado (Bradshaw, 1987, Ewel, 1987; Jordan III et al., 1987; Meffé y Carroll, 1994). El trabajo de restauración generalmente incluye la mejora ecológica y pretende añadir o incrementar una o pocas funciones de los ecosistemas a un nivel específico de función. Cada tipo de actividad de restauración refleja un set diferente de prioridades y oportunidades (Groom, Meffe, & Carroll, 2006). La restauración ecológica, se basa en las principales disciplinas de las ciencias naturales como la ecología (de paisajes, evolutiva, teórica), la geomorfología, la hidrología, la edafología, la geoquímica y la etología; y en ciertas subdisciplinas de la biología como la de poblaciones y la de invasiones, abarcando una amplia variedad de escalas, metas y participantes. Sin embargo, lo que más distingue a la restauración ecológica de otras ciencias

ambientales es el reconocimiento de la necesidad y la voluntad de implementar la manipulación directa, y a veces substancial, de los sistemas naturales para alcanzar sus objetivos (Groom et al., 2006). El proceso de restauración incluye algunas etapas, como: 1) examinar la referencia preexistente, histórica y actual, previo al diseño del plan de restauración; 2) desarrollar un plan o diseño de restauración; 3) obtener los permisos necesarios (al municipio, dueño del predio, etc.) para ejecutar el proyecto en el sitio determinado; 4) Implementar el diseño y 5) monitorear el sitio restaurado (Groom et al., 2006).

Conceptos pertinentes a la restauración ecológica, aunque con distinto enfoque y resultados son: rehabilitación, reclamación, re-creación y reemplazo. La **rehabilitación** es similar a la restauración, pero en lugar de regresar la región a una condición modelo, intenta mejorarla de su estado de degradación (Groom, Meffe, & Carroll, 2006). **La reclamación**, en cambio, a menudo se llevan a cabo en tierras que han sido minadas, priorizando la estabilización de la tierra, la remoción de contaminantes, la seguridad pública, el mejoramiento estético, la revegetación o alguna combinación de estas actividades (Groom, Meffe, & Carroll, 2006). En la misma línea la **re-creación** procura regresar un hábitat a una condición particular histórica, pero esto no necesariamente implica que esa condición sea igual al ecosistema no disturbado de referencia (Groom, Meffe, & Carroll, 2006). Finalmente, **el reemplazo** determina el tipo de comunidad a ser desarrollada en un sitio en función de un objetivo de conservación específico independientemente de la comunidad estuvo allí antes (Groom, Meffe, & Carroll, 2006).

Para evaluar el estado del arte de la restauración ecológica, se ha escogido la **región** de los Andes, entendiéndose por región a una porción del territorio influenciada por un solo macroclima determinante para los suelos, ecosistemas y procesos naturales. Mientras algunas regiones desarrollan su propia atmósfera a través de la energía reflejada, la radiación del suelo, evapotranspiración del agua y la polución del aire, otras están continuamente influenciadas por aire exterior, y sus flujos de materia y energía están principalmente determinados por otras partes del mundo (Forman, 1995). Una región puede estar formada por varios paisajes, descritos como mosaicos de varios kilómetros de superficie en los que algunos ecosistemas locales se repiten. Mientras los elementos espaciales dentro de los paisajes han sido llamados como ecosistemas locales, ecotopos, biotopos, sitios, los elementos espaciales dentro de las regiones, son los paisajes. Así, la Ecología del Paisaje, es

simplemente la ecología de los paisajes, y la Ecología Regional, la ecología de las regiones (Forman, 1995). La Región biogeográfica Andes, en el Ecuador se extiende de norte a sur, sobre los 300 msnm en el noroccidente y los 400 msnm en el suroccidente y oriente de la cordillera, abarcando una gran variedad de pisos bioclimáticos (Clapperton , 1993).

Como la restauración ecológica aplica a grandes superficies, recurre a herramientas tecnológicas de manejo, procesamiento y análisis de datos geográficos en distintas escalas espaciales. Así, el uso de **Sistemas de Información Geográfica (SIG)**, “conjunto de herramientas informáticas, para recolectar, almacenar, recuperar a discreción , transformar y desplegar información espacial de la realidad para un set particular de propósitos” (Sabin, 1997), permite un manejo eficiente de múltiples variables biofísicas en grandes extensiones facilitando su análisis e interpretación. A través de los **SIG**, la información es guardada digitalmente, presentada visualmente o gráficamente, y está disponible para comparaciones y correlaciones eficientes (Forman, 1995). Otras herramientas importantes para restauración ecológica particularmente en el monitoreo de ecosistemas o de cobertura vegetal son: La **fotografía aérea**, obtenida a través de la toma en un vuelo de baja altitud, permite un enfoque eficiente de un solo sitio en diferentes momentos del día o en diferentes estaciones y al ser obtenida a lo largo de generaciones provee señales del cambio del paisaje (Forman, 1995); las **imágenes satelitales**, una representación visual de los datos de energía electromagnética reflejada por la superficie de la tierra captados por sensores montados en satélites y que abarcan superficies extensas, permitiendo explorar una región completa con una sola imagen (Forman, 1995); también se utilizan mapas de cobertura vegetal y de uso del suelo y varias coberturas de tipo vector elaboradas a partir de clasificación de tomas satelitales y fotos aéreas. Para el efecto se utiliza software especializado como el de **ERDAS**, un proveedor mundial de productos y servicios relacionados con las imágenes geográficas, así como también de software de teledetección e interpretación fotográfica. **ERDAS IMAGINE V8.7** corresponde a la última versión de software de ERDAS e integra teledetección y SIG dentro de un solo sistema de cartografía, análisis y visualización de información (International Development Advisory Services, 2003).

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la situación de la restauración ecológica en los Andes del Ecuador en términos de surgimiento, desarrollo y aplicación de esta práctica?

OBJETIVOS

Objetivo General:

Sintetizar el estado del arte de la Restauración Ecológica en los Andes del Ecuador hasta el año 2016.

Objetivos Específicos:

- Recapitular históricamente la restauración ecológica a nivel global y en el Ecuador.
- Determinar dónde, cuándo y por quién se han llevado a cabo las intervenciones pertinentes a la recuperación de ecosistemas en la Sierra del Ecuador.
- Detectar la distribución espacial de las intervenciones de restauración (elevación, tipo de ecosistema, uso del suelo, superficie).

METODOLOGÍA

El estado del arte de la restauración ecológica en los Andes ecuatorianos hasta el año 2016 se determinó, en primer lugar, a través de la revisión bibliográfica de la restauración a nivel global, de las bases y conceptos para después analizarla en el contexto de Latinoamérica y del Ecuador. Para el Área de estudio, se hizo una búsqueda y análisis de todos los proyectos que allí han tenido lugar. La información recopilada se sistematizó en dos matrices.

La primera matriz elaborada resume los **proyectos de restauración ecológica en la región Andes del Ecuador hasta el año 2016** de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Nombre del trabajo,
- Año en el que se realizó
- Ubicación del proyecto /iniciativa
- Superficie en hectáreas (en congruencia con la unidad de medida más utilizada en los reportes sobre restauración)
- Tenencia de la tierra
- La presencia o ausencia de literatura sobre el paisaje histórico
- Un resumen general de las actividades que lleva a cabo cada proyecto

La búsqueda de los proyectos/iniciativas de restauración se realizó hasta la quinta hoja de resultados del buscador web, hasta donde había pertinencia en los resultados, en las siguientes fuentes:

- **Repositorio Digital Senecyt**

Página web: http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/simple-search?query=restauraci%C3%B3n+ecol%C3%B3gica&sort_by=score&order=desc&rpp=10&etal=0&start=20

Palabra de búsqueda: restauración ecológica

Filtros: ninguno, todos los archivos que contengan una o ambas palabras

- **Society for Ecological Restoration**

Página web: <http://ser.org>

Palabras de búsqueda: proyectos ecuador/ projects ecuador, restauración ecuador/ restoration ecuador

Filtros: ninguno

- **Global Restoration Network**

Página web: <http://www.globalrestorationnetwork.org/database/case-study/?id=50>

Palabras de búsqueda: proyectos ecuador/ ecuador projects, restauración ecuador/ restoration ecuador

Filtros: ninguno

- **Google/Google Académico**

Páginas web: <https://www.google.com/>, <https://scholar.google.com>.

Palabras de búsqueda: Proyectos de restauración ecológica en Ecuador/ ecological restoration projects in Ecuador, restauración ecológica en bosques tropicales/ ecological restoration in tropical forests, restauración/ restoration, restauración ecológica/ecological restoration, restauración ecológica en los Andes/ Andes ecological restoration, restauración ecológica de páramos/ ecological restoration of páramos, restauración de bosques montanos/ restoration of montane forests, restauración de humedales/ wetlands restoration, restauración de humedales altoandinos/ restoration of high Andean wetlands.

Filtros: ninguno

La segunda matriz construida, sistematiza la distribución geográfica de los proyectos de restauración en los Andes del Ecuador de acuerdo a las siguientes variables:

- Número de proyecto
- Si la iniciativa/ proyecto registra o no las coordenadas de ubicación
- Provincia
- Nombre del Proyecto
- Piso bioclimático según el Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013)
- Rango altitudinal

- Tipo de ecosistema, según el Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013)
- Uso del suelo, según el archivo vector (*.shp) publicado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador en el mapa interactivo ambiental (<http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/portal/>) y denominado: Cobertura y uso de la tierra del 2016.

Para determinar los pisos bioclimáticos, el tipo de ecosistema y el uso del suelo se elaboraron mapas de las provincias en donde existieron proyectos de restauración. Para el efecto se utilizaron coberturas formato vector (*.shp) de los siguientes geoportales de información:

- Sistema Nacional de Información (SNI)

Coordinado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) y creado en el año 2014 con el objeto de manejar información relevante para la planificación del desarrollo y las finanzas públicas.

Página web: <http://sni.gob.ec/inicio>

- Geoportal del IGM

Pese a que se creó en 1928, desde 1978 con la promulgación de la Ley de la Cartografía Nacional, la misión del IGM es la de elaborar la Cartografía Nacional y el archivo de datos geográficos y cartográficos del país.

Página web: <http://www.igm.gob.ec/index.php/en/la-institucion>

- Sistema Único de Información Ambiental (SUIA)

Esta página web integra toda la información ambiental en un solo lugar y desarrolló con el fin de gestionar los trámites y proyectos relacionados con el control, mantenimiento, registro y preservación del medio ambiente.

Página web: <http://suia.ambiente.gob.ec/>

Por último, con el fin de detectar la existencia de patrones espaciales de distribución de las intervenciones de restauración, se hizo un análisis de la información que se resumió en las dos matrices elaboradas.

CAPÍTULO I

RESULTADOS SOBRE LA RECAPITULACIÓN HISTÓRICA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, A NIVEL GLOBAL Y EN EL ECUADOR

1.1. La Biología de la Conservación y La Ecología de la Restauración

En el último siglo la población humana ha crecido de forma acelerada, actualmente somos 7 billones de personas y se espera que para el 2050 seamos 9 billones (KC & Lutz, 2017). Este crecimiento, acompañado de la alta demanda de recursos y de los hábitos consumistas de la población, pone en riesgo a una vasta cantidad de hábitats y amenaza la existencia de muchas especies y procesos ecosistémicos. Ante esta crisis mundial de la que se empezaba a tener conciencia en los años 80's, surge la **Biología de la Conservación** como respuesta a una gran interrogante: en el contexto actual en el que la humanidad trata de controlar todos los sistemas, ¿cómo es posible mantener la biodiversidad a todos los niveles (genes, especies, poblaciones, ecosistemas, paisajes) y los procesos llevados a cabo por ellos tales como selección natural, ciclos biogeoquímicos, fotosíntesis, transferencia de energía y ciclos hidrológicos?. Para encontrar soluciones, la biología de la conservación ha evolucionado en un campo sintético, basándose en varias disciplinas como la ecología, la biogeografía, la genética de poblaciones, y otras disciplinas con bases teóricas para el mantenimiento de la biodiversidad (Groom et al., 2006).

A lo largo de la historia, la conservación estuvo influenciada por tres movimientos filosóficos: la **ética de la conservación trascendental y romántica** impulsada por Emerson, Thoreau y Muir, quienes reconocieron el valor intrínseco de la naturaleza refiriéndose a ella en un sentido casi religioso; la **ética de la conservación de recursos** de Pinchot basada en una filosofía utilitaria de la naturaleza y la **ética evolutiva-ecológica desarrollada** por Aldo Leopold que reconoce la importancia de los procesos evolutivos y ecológicos en producir y controlar los recursos naturales que usamos y que es la base de la disciplina en la actualidad. Para la biología de la conservación, la **evolución** es el axioma básico que une

toda la biología, es el único mecanismo razonable que puede explicar los patrones de diversidad que vemos en el mundo ahora y ofrece una perspectiva histórica en las dinámicas de la vida; el mundo ecológico es **dinámico** y en gran parte, no está en equilibrio; y la **presencia humana** debe ser incluida en la planificación de la conservación (Groom et al., 2006).

La **Ecología de la Restauración**, por su parte, tiene sus **raíces teóricas en la biología de la conservación** (Ilustración 1) y al igual que ésta, es un campo multidisciplinario que juega un rol importante en la conservación, pues a través de esta práctica se recuperan sitios que han sido severamente degradados, así como también se puede mejorar el manejo de áreas relativamente inalteradas. Además, permite llevar a cabo experimentos para conocer las respuestas a preguntas biológicas básicas referentes a las dinámicas de ensamblaje de la comunidad, sucesión secundaria, ciclos de fuego y el rol de las especies clave. Este tipo de investigación es de gran importancia para el manejo de áreas naturales, pues permite abordar asuntos como el control de especies exóticas, la reintroducción de especies clave, y la restauración de regímenes naturales de disturbio (Groom et al., 2006). La **restauración ecológica** es la ciencia de la recuperación del hábitat y de la biodiversidad, tiene su centro en la suposición de que muchas fuerzas degradativas son temporales y que gran proporción de hábitats que se han perdido y de poblaciones que han declinado son recuperables. La ecología de la restauración frente a la biología de la conservación juega un **rol secundario**, pues se enfoca en reparar lo que puede ser reparado y en asegurar el destino de los hábitats y poblaciones sobrevivientes (Truman P. Young, 2000). Tanto la **restauración** como la **conservación** son partes **complementarias** para la protección y manejo de los ecosistemas. Es importante que la restauración ecológica no sea vista como un sustituto ante la protección de ecosistemas intactos, sino más bien como una forma de mejorar la conservación y dado el caso, como el esfuerzo principal para recuperar ecosistemas degradados (Groom et al., 2006).

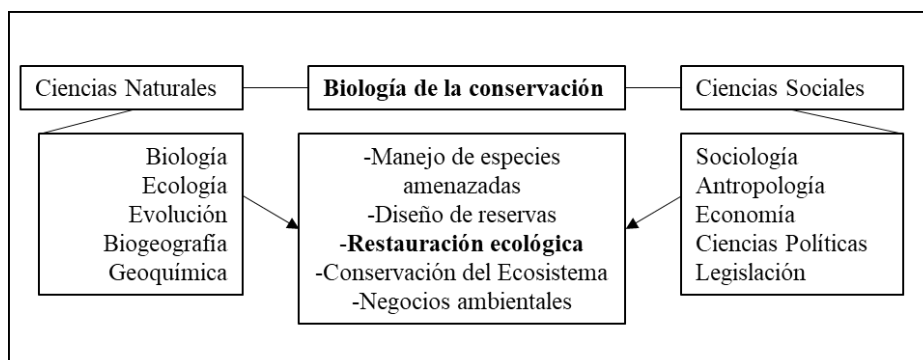


Ilustración 1. Disciplinas que integra la biología de la conservación, modificado de Groom et al., (2006).

1.2. La restauración ecológica

El ecólogo británico Bradshaw define a la restauración ecológica como: “el proceso intencional para mover un ecosistema o comunidad hacia la máxima complejidad estructural y funcional que caracteriza a un ecosistema intacto”(Groom et al., 2006).

La Sociedad para la Restauración Ecológica en 1991 la definió como: “el proceso de alterar intencionalmente un sitio, para establecer un ecosistema indígena histórico definido. La meta de este proceso es emular la estructura, función, diversidad y dinámicas del ecosistema especificado”(Groom et al., 2006).

La restauración ecológica es un proceso que busca recuperar la estructura, funcionalidad y autosuficiencia de un ecosistema de tal forma que sean similares a las existentes antes de que éste haya sido degradado (Bradshaw, 1987, Ewel, 1987; Jordan III et al., 1987; Meffé y Carroll, 1994).

"La restauración ecológica es el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido"(SER, 2002).

1.2.1. *Disturbio, sucesión ecológica, equilibrio*

Con el tiempo hábitats contaminados o degradados son colonizados por alguna comunidad ecológica en cierta secuencia, cuya dirección está influenciada por el tipo de cambio o disturbio, por las interacciones entre especies y por las propiedades de cada especie. La **intensidad y escala del disturbio** determinan si la regeneración empieza con especies sobrevivientes o migrantes, en el caso de una comunidad destruida, donde las altas frecuencias de disturbio impiden el establecimiento de muchas especies, se encontrarán especies **oportunistas** con buenos poderes de dispersión. En contraste, una comunidad sujeta a disturbios pequeños e infrecuentes estará dominada por especies **competitivas**, lo que significa pocas oportunidades para los colonizadores (Beeby, 1993).

Si cada vez que el suelo de una región se encuentra expuesto se repite la misma sucesión, se puede sospechar que existe algún mecanismo subyacente que determina la secuencia, lo que se conoce como **sucesión autogénica** porque son las interacciones entre los miembros de la comunidad las que definen la secuencia y, por el contrario, cuando la secuencia está influenciada por presiones externas se produce una **sucesión alogénica**.

También es preciso distinguir entre **sucesión primaria y secundaria**, la primera ocurre cuando el suelo está desprovisto de material orgánico para ser explotado por las especies colonizadoras y la segunda, en sitios donde algo de componente orgánico permanece de una ocupación previa al disturbio. En una sucesión ecológica ocurren varias interacciones entre las especies que componen esa comunidad ecológica: la **facilitación** es típica de sucesiones primarias y ocurre cuando la presencia de especies residentes hace posible o acelera el establecimiento de especies colonizadoras; la **inhibición** ocurre cuando las especies residentes previenen o disminuyen la colonización por nuevas especies; y la **tolerancia** ocurre cuando las especies de sucesión tardía pueden resistir bajos niveles de recursos (agua, nutrientes, luz, etc.), a pesar de su lento crecimiento, eventualmente dominan la comunidad. Inhibición y tolerancia son típicas de sucesiones secundarias. Una sucesión no puede ocurrir solamente a partir de uno de estos mecanismos, sino que unos son reemplazados por otros u ocurre una combinación entre ellos (Beeby, 1993). Aunque los ecólogos reconocen que las secuencias sucesionales no son fijas porque las comunidades permanecen en transición con una alta tasa de cambio de especies y porque los eventos que ocurren al azar son de mucha importancia, se dice que una comunidad es **estable** si en ausencia de disturbio, existe un auto reemplazo de especies con el tiempo y posteriormente esta composición permanece más o menos constante (Beeby, 1993). Cabe resaltar que el disturbio natural forma parte de muchos ecosistemas y es tan común que incluso ecosistemas con alta frecuencia de disturbio pueden estar en “equilibrio”. Sin embargo, es muy importante tener en cuenta la escala, pues lo que en un parche se podría observar como cambio constante, a escala de paisaje se podría ser un balance entre disturbio y sucesión. Un paisaje en **equilibrio** es considerado como uno en el cual algún parámetro de interés (especie, composición, biomasa, etc.) es constante en promedio con los años, o en el cual, los procesos opuestos (ej. entrada de nutrientes vs. pérdida) están balanceados a una escala de paisaje (Sprugel, 1991).

1.2.2. Rehabilitación, reemplazo, re-creación y reclamación

Los restauradores ecológicos a menudo están involucrados varias actividades que aunque en muchas ocasiones sean llamadas como restauración permiten alcanzar distintos resultados por lo que es preciso entender las diferencias entre esas acciones (Groom et al., 2006).

La rehabilitación es similar a la restauración, pero no pretende regresar a la región a una condición modelo, sino que busca mejorar el sitio de algún estado de degradación; el reemplazo especifica un tipo de comunidad a ser creado, pero esta comunidad corresponde a una elección hecha para llevar a cabo algún objetivo de conservación, no implica que esa haya estado presente en el sitio previo al disturbio humano; la re-creación intenta regresar un hábitat a una condición particular histórica, puede ser cualquier condición histórica, lo que quiere decir que no necesariamente es un ecosistema regional de referencia no disturbado; el trabajo de reclamación a menudo se llevan a cabo en tierras que han sido minadas, frecuentemente se priorizan actividades tales como: estabilización de la tierra, remoción de contaminantes, aseguramiento de la seguridad pública, mejoramiento estético, revegetación o alguna combinación de éstas (Groom et al., 2006)., ocurre a través de una **sucesión primaria** e incluye técnicas para establecer un ecosistema funcional en uno devastado que no tiene banco de semillas (Beeby, 1993).

1.2.3. La restauración ecológica en la práctica

De los esfuerzos de restauración se pueden obtener varios resultados posibles, dadas las circunstancias que afectan un sitio en particular y por las elecciones hechas acerca de lo que es deseado. En la ilustración 2, se puede ver que la trayectoria de un proyecto de restauración ocurre en términos de **estructura ecosistémica** (riqueza de especies y complejidad de interacciones) y **procesos** (eg., productividad primaria, ciclo de nutrientes). Cuando un sitio es degradado existe una reducción en ambas dimensiones. A través de la **restauración** se intenta regresar completamente al sistema a su estado original, cuando existe un intento parcial, se habla de **rehabilitación** y un pequeño intento constituye una **mejora**. Cuando la mejora ocurre en otra trayectoria resulta en el reemplazo y si no se lleva a cabo ninguna acción, el ecosistema podría mejorar o degradarse aún más. Mientras los esfuerzos de restauración generalmente buscan rehabilitar o restaurar comunidades de plantas. La “restauración” animal es raramente llevada a cabo solamente ocurre con especies en alto peligro de extinción (Groom et al., 2006).

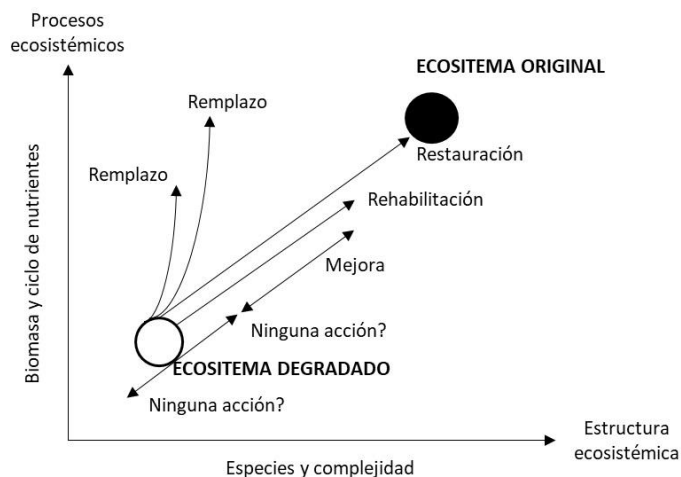


Ilustración 2. Mejora, rehabilitación y reemplazo.
Traducido de Groom et al., (2006)

1.2.4. Un plan de restauración incluye

a) Evaluación del sitio

Explorar el potencial de restauración de un sitio es averiguar **que hay ahí, que estuvo allí, y qué podría estar allí**, para esto es preciso acudir a encuestas de origen animal o vegetal, mapas geológicos y de suelos, datos del clima, reportes ambientales, etc., que permitan el entendimiento de los procesos ecológicos en el lugar y en el paisaje circundante. Se deben definir las **restricciones legales**, pues establecen los límites de donde la restauración puede ocurrir. Finalmente se debe reconstruir la historia ambiental del sitio para evaluar el sitio de restauración propuesto. Aun cuando existen abundantes datos históricos es casi imposible tener una imagen completa de lo que pudo existir en el sitio de restauración por lo que los datos también deben ser recolectados de ecosistemas similares en la región, tanto de ecosistemas disturbados como de no disturbados **“referencia regional”**. La selección e interpretación de los sitios de referencia podría influenciar el diseño del proyecto por lo que este necesita ser abordado con cuidado (White & Walker, 1997).

b) Establecimiento de metas

La restauración ecológica es un proceso inherentemente subjetivo, es difícil construir un ecosistema histórico aislando toda la influencia humana, por ello, los valores socioeconómicos juegan un rol fundamental en el establecimiento de metas. La **infraestructura, los recursos disponibles, el conocimiento** acerca de cómo funcionan los

ecosistemas, el financiamiento y los conflictos de interés, todos los aspectos deben tomarse en cuenta (Groom et al., 2006).

c) Diseño

La consideración de todos los niveles de organización del ecosistema, desde los genes hasta los procesos ecosistémicos, requiere de profesionales que se puedan desenvolver en el campo de la genética, la ecología, hidrología, geología, botánica y otros campos. Dependerá de los recursos disponibles para que los restauradores puedan abordar los múltiples niveles de organización que conforman un ecosistema, incluyendo genes, poblaciones, comunidades y procesos a nivel de paisaje (Groom et al., 2006).

d) Implementación

Dependiendo de las metas del proyecto, los proyectos de restauración son implementados en una amplia variedad de formas por lo que requiere el entendimiento de temas prácticos como maquinaria de construcción, topografía, técnicas de control de la erosión, propagación de plantas, materiales de irrigación y comportamiento animal. Es importante entrenar a los voluntarios, e incorporar un diseño experimental. Durante la implementación, a menudo se hacen descubrimientos a cerca de condiciones que no pudieron ser predichas en el diseño lo que demuestra la necesidad de que científicos calificados estén en el sitio durante las actividades de construcción y de implementación. Todo el trabajo y las condiciones en las que se ha llevado a cabo deben ser documentadas (Groom et al., 2006).

e) Monitoreo y gestión adaptativa

La restauración es un proyecto a largo plazo puesto que, tras la implementación, el monitoreo es vital para guiar la gestión adaptativa del sitio restaurado. El monitoreo puede revelar factores diversos e inesperados, sin embargo, en la mayoría de casos se completa solo para cumplir con las condiciones de permisos reglamentarios (Groom et al., 2006).

1.2.5. Lineamientos internacionales para la restauración ecológica propuestos por la Society for Ecological Restoration (SER)

En el año 2016 la Sociedad para la Restauración Ecológica presenta los estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica. A continuación, en el Cuadro 1, se resumen los conceptos clave y los pasos para la planificación e implementación de proyectos de restauración que este documento señala.

Cuadro 1. Seis conceptos clave que fundamentan las mejores prácticas de restauración ecológica, resumido de McDonald, Gann, Jonson, & Dixon (2016).

1) Las prácticas de restauración ecológica se basan en un ecosistema nativo local de referencia considerando los cambios ambientales del ecosistema.

El ecosistema de referencia es un modelo que representa con atributos ecológicos específicos al ecosistema del sitio como si éste no hubiese sido degradado.

2) Antes de desarrollar metas y objetivos se deben identificar los atributos clave del ecosistema

Mientras las **metas** describen el estado del ecosistema objetivo que se pretende alcanzar en el mediano y corto plazo, ej., remanente X intacto en cuanto a composición, estructura, y función en 5 años. Los **objetivos** corresponden a los cambios que se deben realizar para alcanzar las metas, ej., cese del pastoreo y eliminación de malezas en 2 años. Cada objetivo de restauración debe especificar: el atributo, el resultado esperado, la magnitud del efecto (ej., 20% de aumento) y el marco de tiempo.

Atributo	Ejemplos de metas generales
Ausencia de amenazas	Cese de amenazas como sobreexplotación y contaminación; eliminación/control de especies invasoras.
Condiciones físicas	Restablecimiento de condiciones hidrológicas y del sustrato.
Composición de especies	Existencia de especies de plantas y animales deseables y ausencia de indeseables.
Diversidad estructural	Restablecimiento de capas, redes tróficas y diversidad espacial de hábitats.
Funcionalidad ecosistémica	Niveles adecuados de crecimiento y productividad, reciclaje de nutrientes, descomposición, interacciones planta-animal, factores normales de estrés ecológico, reproducción en curso y regeneración de las spp. del ecosistema.
Intercambios externos	Restablecimiento de conectividad para migración y flujo génico, procesos hidrológicos, del fuego y otros a escala de paisaje.

3) Para alcanzar la recuperación del ecosistema, se debe asistir los procesos de recuperación natural, complementándolos en la medida en que lo necesiten

Los restauradores se enfocan en reestablecer componentes y condiciones adecuadas para que los ecosistemas degradados recuperen sus atributos, su capacidad de auto organización y resiliencia ante un estrés futuro. La recuperación del ecosistema se logra a través de:

- **Regeneración natural** (espontánea). Es suficiente con eliminar las presiones, ej., pastoreo, para que las plantas y animales puedan recuperarse. Ocurre en poco tiempo y/o están presentes poblaciones cercanas que permiten la recolonización.
- **Regeneración asistida**. En sitios con niveles intermedios de daño en donde se requiere tanto la remoción de presiones existentes como la implementación de intervenciones activas. Ejems: aplicación de perturbaciones artificiales.
- **Reconstrucción**. En sitios con niveles altos de daño, en donde todos los agentes que causan la degradación deben ser contrarrestados y se debe corregir todo el daño biótico y abiótico. La biota debe ser reintroducida en gran parte, e incluso en su totalidad.

4) La Restauración ecológica pretende que se lleve a cabo el “mayor y mejor” esfuerzo que conduzca a la recuperación completa

Aunque el objetivo de un proyecto de restauración pretende alcanzar la recuperación completa en base a un ecosistema de referencia, no siempre es posible o podría tomar mucho tiempo, ya sea por la naturaleza misma de los procesos o por falta de recursos, tecnología o conocimientos.

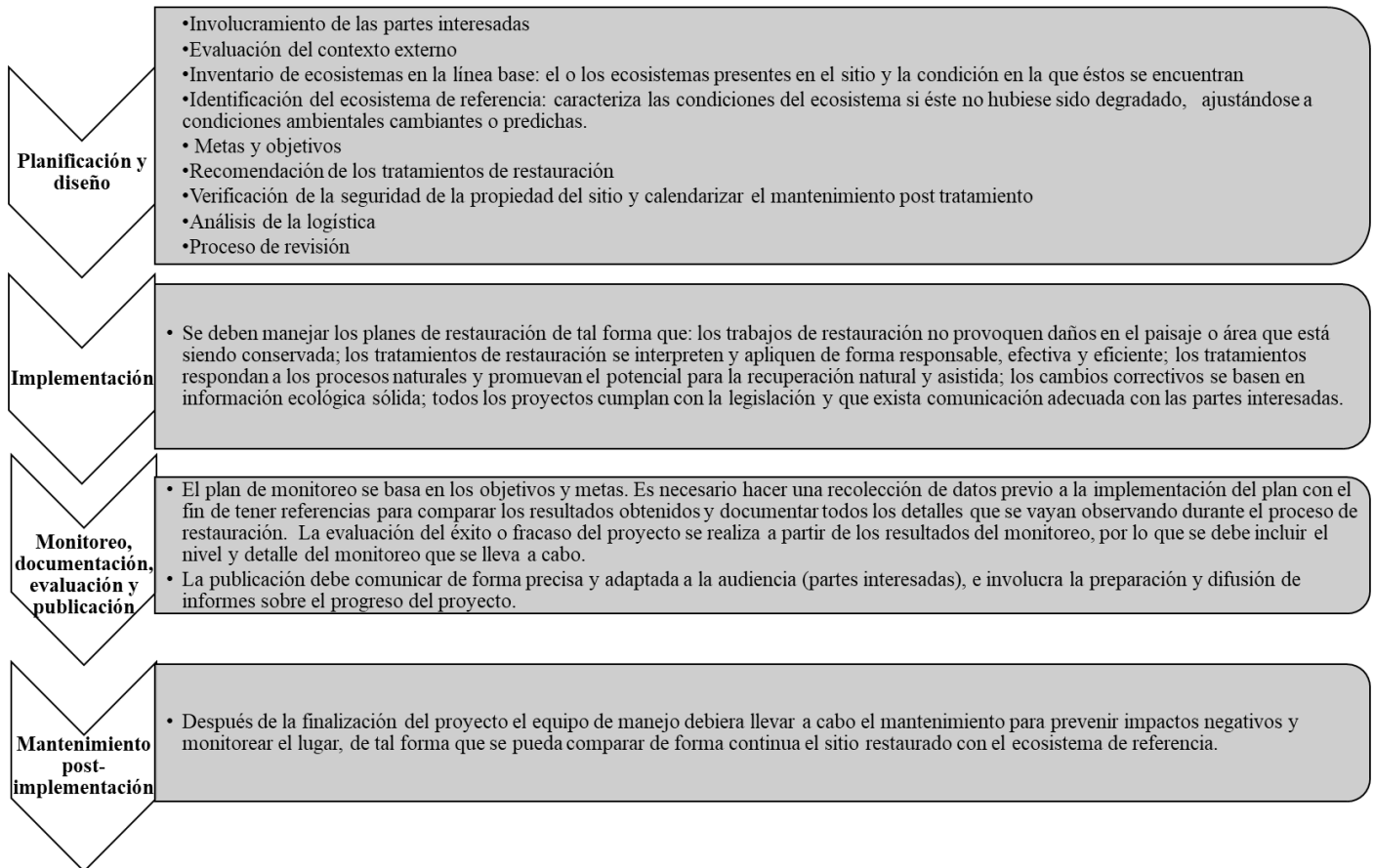
5) La restauración ecológica exitosa se basa en todo el conocimiento relevante

La restauración ecológica se caracteriza por integrar conocimientos ecológicos científicos con conocimientos prácticos que se van desarrollando en el proceso y que abarcan varios campos como: agronomía, botánica, zoología, horticultura, manejo del suelo y agua, ingeniería, etc.

6) El compromiso de todas las partes interesadas respalda una restauración exitosa a largo plazo

A través de la restauración ecológica no solamente se restituyen los valores ecológicos sino también los socioeconómicos y culturales. Las comunidades, a través de la restauración, pueden mejorar la calidad del agua, suelo, aire, etc., y de sus valores y comportamientos dependerá en gran parte la salud y condiciones futuras del ecosistema. Del reconocimiento de las expectativas de las partes interesadas y de la manera en que se involucren en asegurar que los ecosistemas y la comunidad prosperen, dependerá la restauración y conservación a largo plazo.

1.2.6. Pasos para la planificación e implementación de proyectos de restauración según la Society for Ecological Restoration (SER)



Cuadro 2. Pasos de la Sociedad para la Restauración Ecológica para la planificación e implementación de proyectos de restauración. Resumido de McDonald et al., (2016).

1.2.7. Desafíos de la restauración

Es evidente la falta de conocimiento sobre los componentes del ecosistema, por ejemplo, puede existir abundante información sobre aves, pero no sobre otros grupos. Los animales juegan roles claves en el establecimiento de los ecosistemas, pero las plantas son más fáciles y baratas para establecer por lo que una vez que los componentes esenciales del ecosistema tales como estructura y geoquímica del suelo, funciones hidrológicas y estructura vegetativa son restauradas, las comunidades de animales pueden ensamblarse por sí mismas, sin embargo, esto no quiere decir que un hábitat adecuado es garantía de la presencia y viabilidad de las poblaciones de animales. Es importante conocer sobre la genética de las poblaciones puesto que, de la diversidad genética y las adaptaciones a las condiciones

locales, puede depender el éxito o fracaso de la población. Los proyectos de restauración no pueden evitar la introducción de nuevos genes o genotipos y potencialmente la pérdida de genotipos locales adaptados. Si bien a corto plazo los proyectos a escala pequeña pueden ser exitosos no es así a largo plazo. La conectividad del hábitat es esencial para los flujos genéticos y la recolonización por lo que se requiere un contexto ecológico amplio, de paisaje, para que en el largo plazo los esfuerzos se puedan sostener por sí solos. Cuando la degradación ha sido muy intensa o ha ocurrido en una superficie muy amplia una remediación del medioambiente abiótico puede ser necesaria antes de que la restauración sea posible. Al implementar los proyectos, en la práctica muchos no utilizan un enfoque multidisciplinario y solo se basan en un taxón específico o en una sola función ecosistémica haciendo proyectos muy simplistas, sin embargo, estos pequeños proyectos también constituyen una mejora frente a las anteriores condiciones de degradación (Groom et al., 2006).

1.3. Recuento histórico de la restauración ecológica

1.3.1. A nivel global, antes de los 90's

Producto del interés científico, histórico y estético, a **comienzos del siglo XX** se emprendieron los primeros proyectos de restauración ecológica. Estos proyectos buscaban **recuperar ecosistemas enteros con un enfoque netamente ecocéntrico** (Jordan & Lubick, 2011). Uno de los primeros esfuerzos se llevó a cabo a mediados de los años 30 en el Arboretum de la Universidad de Wisconsin en Madison incluyendo lo que Aldo Leopold llamó "todas las partes". Sin embargo, no es sino hasta la década los 70's que se comienza a practicar esta forma de gestión de la tierra centrada explícitamente en la ecología e historia del antiguo ecosistema. Como se muestra a continuación en el Cuadro 3, históricamente se pueden resumir cuatro aspectos relevantes en torno al desarrollo de la práctica de la restauración ecocéntrica.

Cuadro 3. Aspectos relevantes en torno al desarrollo de la práctica de la restauración ecocéntrica. Resumido de Jordan III & Lubrick (2011).

Restauración ecocéntrica			
Administración de recursos	Arquitectura del Paisaje	Ecología	Parques Nacionales
<p>Las agencias de gestión de recursos en los Estados Unidos tenían una idea utilitaria de la conservación. El Servicio de Parques Nacionales (NPS) fue creado en 1916 con el objeto de preservar paisajes naturales sin importar su uso, excepto el de su atractivo para los visitantes. Sin embargo, a la final más importaba el bienestar de los visitantes que la misma conservación por lo que los objetivos de restauración estaban motivados por el interés en recursos específicos, y en última instancia, no se restauraron ecosistemas históricos y se introdujeron especies exóticas.</p>	<p>A partir del siglo XX, junto con el creciente interés en la creación de parques, los diseñadores comenzaron a incorporar plantas nativas en sus proyectos. En esta época los arquitectos Olmsted y Vaux llevaron a cabo un proyecto dirigido a la conservación de los recursos naturales en las cataratas del Niágara. Con el argumento de que el paisaje primitivo, tiene valor para los visitantes simplemente por lo que es, el Niágara fue un hito para la invención de la restauración ecocéntrica.</p>	<p>El término Ökologie (ecología) que proviene del griego okios y significa "casa, lugar, habitación" fue acuñado por el zoólogo alemán Ernst Haeckel en 1866. La ecología es la "rama de la ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos y con su entorno (Online Etymology Dictionary, 2008). Esta ciencia fue muy relevante para el desarrollo de lo que Aldo Leopold años después llamaría "una ciencia de la salud de la tierra". Los ecologistas y científicos sociales de la época pensaron en los biomas como comunidades intrínsecamente valiosas de criaturas con las que los humanos tienen una obligación moral ya que inevitablemente perturban el orden natural por lo que son responsables de corregirlo. Esta noción llevó a la idea de que la naturaleza, en ausencia de humanos, se mueve naturalmente hacia el orden y la estabilidad, contrastada por los desajustes que se observan cuando existe influencia humana. Para ese tiempo mientras algunos ecólogos asumieron la tarea de mantener los ecosistemas existentes en su condición original con intentos activos para compensar las nuevas influencias, otros intentaron recrear ecosistemas históricos con fines científicos o educativos en sitios drásticamente alterados.</p>	<p>La Ley Orgánica de 1916 del Servicio de Parques Nacionales de U.S.A. exigía que los parques quedaran en su condición "natural", palabra que era entendida como cualquier área donde los ecosistemas no estén alterados de manera visible (Lees, 1998). En 1928, el biólogo George Wright, naturalista en el Parque Nacional Yosemite, solicitó un programa integral de restauración ecocéntrica para los parques, motivando a la gestión basada en la investigación. Junto con sus colegas, Wright reconoció que los biomas siempre están cambiando y que no hay "un cuadro de vida silvestre al que se le pueda llamar original", pero que como modelo histórico se puede tomar en cuenta la era del precontacto y que tanto ha cambiado desde entonces (Dixon, Thompson, & Wright, 1933). Para mantener "superorganismos bióticos enteros", los biólogos recomendaron: dejar que cada especie, sin ayuda, "lleve adelante su lucha por la existencia " a menos que estén amenazados de extinción, e incluir las dos claves principales de la restauración ecocéntrica: la eliminación de elementos exóticos y la reintroducción de elementos que han sido extirpados de una zona.</p>

De los proyectos de restauración iniciados entre 1906 y mediados de la década de **1930**, ninguno atrajo mucha atención, excepto el del Arboretum UW en Madison llevado a cabo por Leopold y sus colegas. La historia del Arboreto UW-Madison comenzó a finales 1920 cuando un grupo de líderes cívicos tratando de obtener apoyo para la creación de un parque público cambiaron sus objetivos y promocionaron el proyecto como un arboreto para la universidad. El proyecto fue realizado en terrenos dramáticamente alterados y el objetivo de Leopold fue "**reconstruir, para la Universidad, una muestra de Wisconsin original**", sin embargo, los ecosistemas que Leopold intentaba restaurar mostraban pocas señales de comportarse como organismos con vida propia y hacia una condición de clímax (estado de poco cambio en cuanto a composición florística, flujo de nutrientes). Lejos de ofrecer modelos de estabilidad ecológica, resultaron ser **construcciones frágiles, dependientes de**

manejo continuo. La propia experiencia de Leopold puso en duda su confianza en la capacidad de los seres humanos para manejar y reproducir un sistema ecológico por lo que en la última década de su vida (1930) se involucró en esfuerzos de restauración enfatizando en la conservación del suelo, agua, hábitat de vida silvestre y otros recursos, abandonando así la idea de restaurar ecosistemas históricos y en su lugar, intentando nuevas asociaciones de plantas y animales (Jordan III & Lubrick, 2011). Con sólo excepciones dispersas, no se hizo restauración ecocéntrica desde finales de **1940 hasta 1970. The Nature Conservancy** (TNC), una organización ambiental sin fines de lucro, fundada en 1951 con el lema “preservar la tierra a través de la acción privada”. Apoyó proyectos enfocados en controlar exóticos y restaurar procesos como quema o ciclos hidrológicos necesarios para devolver un sistema a su trayectoria histórica. A lo largo de los años, los directivos habían **comprendido el carácter dinámico de los ecosistemas**, la imposibilidad de aislarlos efectivamente de las influencias externas y la **necesidad de una gestión activa** para compensar estas influencias (Jordan III & Lubrick, 2011).

1.3.2. A nivel global, de los 90's en adelante

El origen de la restauración ecológica como tal, se remonta a principios del siglo XX en Estados Unidos, con la frase de Aldo Leopold (1934): “Ha llegado el momento de que la ciencia se ocupe de la tierra. El primer paso es reconstruir una muestra de lo que teníamos en un principio” (Murcia & Guariguata, 2014). **A partir de los años 90** existe una gran cantidad de publicaciones científicas sobre la ecología de la restauración en revistas como: *Restoration Ecology, Ecological Management and Restoration* y *Ecological Restoration* (Murcia & Guariguata, 2014). Sin embargo, a pesar que la disciplina empezara a desarrollarse formalmente en los 90's, años atrás (1981), los periódicos **Natural Areas Journal** y **Restoration & Management Notes** ya desempeñaron un gran papel en la formación de la disciplina. Ambos periódicos, estuvieron enfocados en el manejo de ecosistemas históricos referidos como "naturales", "pre-asentamiento" o, en NAJ, áreas "silvestres" y resaltaron la necesidad tanto de gestión de estas áreas como de una **nueva disciplina** para llevarla a cabo (Jordan & Lubick, 2011). Para finales de los 80's con el creciente número de publicaciones se crea una sociedad para respaldar el trabajo y es así como en 1987 en Estados Unidos se funda la *Society for Ecological Restoration and*

Management (SERM), que en 1989 cambia su nombre por el de *Society for Ecological Restoration (SER)*, considerada la institución más antigua y extensa con más de 2000 asociados en 70 países (SER, 2016).

Restaurar significa traer algo a una condición anterior, la pregunta es: **¿qué condición?** y **¿por qué?**, aunque los primeros proyectos fueron motivados por el bioaltruismo, también estuvo presente la noción de que los ecosistemas que pretendían replicar eran modelos de salud de la tierra y, por lo tanto, hábitats ideales para nuestra especie. Para algunos escépticos, esto quiere decir que la elección de un modelo para restauración es arbitraria o está influenciada por el interés propio (Jordan III & Lubrick, 2011). La definición que se presentó en la publicación *The SER Primer on Ecological Restoration* fue: **"La restauración ecológica es el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido"**(SER, 2002), esta definición representa un intento de llegar a un acuerdo con las ambigüedades inherentes en la noción de restauración, que incluyen la cuestión de cuán literalmente tomar la idea del ecosistema histórico como modelo, cómo elegir y definir modelos y el papel humano en la conformación de ecosistemas. En una conferencia de la Sociedad de Restauración Ecológica en 2009, el ex director Don Falk reconoció que **la adopción de un "sistema de referencia" histórico es lo que distingue la restauración** de otras formas de manejo de la tierra pero que una adopción literal de esta referencia, ignora las realidades de la evolución y el cambio ecológico. Mark Davis y Lawrence Slobodkin han sugerido que "la ecología de la restauración debe mirar al futuro al definir sus objetivos" y lejos de la idea clásica de la restauración de "todas las partes" emerge la idea de crear ecosistemas en respuesta o anticipación a grandes cambios en las condiciones ambientales (Jordan III & Lubrick, 2011).

A partir de los años **2000**, la restauración ecológica es ampliamente aceptada por organismos internacionales como UICN, WWF y toma un **"enfoque de paisaje"** subrayando la necesidad de gestionar las tierras desde un punto de vista amplio, que no se limite a intervenciones técnicas en ciertos lugares. Para este mismo año, las estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación muestran que, a pesar del valor de los bosques para la humanidad, más del 50% de la cobertura forestal original del mundo ha desaparecido y que entre 1990-2000 los bosques se han perdido a una tasa de 9.4 millones de ha/año con una deforestación que alcanza los 16 millones de ha/año (WWF, 2005). Estas pérdidas representan serios problemas ambientales y de desarrollo

puesto que millones de personas dependen de los bienes y servicios forestales como fuente de agua, alimento y de recursos como leña, forraje, entre otros. Frente a estos desafíos, WWF junto a UINC y otros organismos adoptan un enfoque de “**Restauración de Paisajes Forestales**” (RPF) definido como “el proceso planificado por medio del cual se busca recuperar la integridad ecológica y aumentar el bienestar humano en los paisajes deforestados o degradados” (WWF, 2005). Con motivo del aniversario 10 de la Cumbre para la Tierra, en el **2001** la UICN impulsa el establecimiento de una asociación mundial para la restauración de paisajes forestales, inscrita en el 2002 en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible con el nombre de **Asociación Global sobre Restauración del Paisaje Forestal** y en abril de 2005 en Brasil, tuvo lugar el primer taller mundial sobre la implementación de restauración del paisaje forestal para contribuir a invertir la tendencia de pérdida y degradación de los bosques en beneficio de las personas y la naturaleza (FAO, 2015).

En 2009 el Instituto de Recursos Mundiales, la UICN y la Universidad del Estado de Dakota del Sur estimaron las oportunidades mundiales de restauración y como resultado obtuvieron que existen más de 1 000 millones de hectáreas de paisajes forestales degradados que restaurar (FAO, 2015). A partir de esta estimación, entre el gobierno de Alemania y la UICN, en la ciudad de Bonn en el **2011** se formuló el **Desafío de Bonn**, un esfuerzo global para restaurar 150 millones de hectáreas de bosques degradados y deforestados para el 2020, y 350 millones de hectáreas para el 2030. El objetivo de este desafío es reducir: las emisiones por deforestación, la degradación forestal en los países en desarrollo y cumplir con la meta 15 de Aichi formulada por el CBD, que propone la restauración del 15 por ciento de los ecosistemas degradados (UICN, 2011). En **2012** la conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible Río+20 fijó una meta mundial de **degradación cero de las tierras** en apoyo a la convención de lucha contra la desertificación a la cual también contribuye el Desafío de Bonn. En **2014** en la Cumbre sobre el Clima se llevó a cabo la decalración de Nueva York sobre los bosques y se extendió la superficie a restaurar, sumando 200 millones para 2030. adicionales para 2030. En diciembre de **2014**, la COP en la CMNUCC presenció la inauguración oficial de la Iniciativa 20×20, una acción dirigida por países y encaminada a llevar 20 millones de hectáreas de tierras degradadas en América Latina y el Caribe a la restauración para el año 2020 (FAO, 2015).

1.3.3. La Restauración en América Latina y Ecuador

En América Latina los esfuerzos de restauración tomaron terreno a partir del compromiso de los países con los convenios internacionales (Aguirre et al., 2017). A partir de los años 2000 surgieron algunas instituciones representantes del trabajo de restauración que se lleva a cabo en la región, las más representativas han sido: la Sociedad Brasileira de Recuperación de Áreas Degradadas (SOBRADE); la Red Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica (RIACRE) creada el 20 de abril del 2007 (RIACRE, 2010). Y la Red Colombiana de Restauración Ecológica (REDCRE) creada entre los años 2006 y 2007 por la Escuela de Restauración Ecológica de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá (REDCRE, 2014). Por su parte SIACRE, la Sociedad Iberoamericana y del Caribe para la Restauración Ecológica, actualmente juega un gran rol al promover redes nacionales de restauración, al mismo tiempo, ha impulsado la elaboración de un artículo que muestra cuatro enfoques que guían la restauración ecológica en América Latina (Aguirre et al., 2017).

1.3.4. ¿Quién define los enfoques de restauración ecológica en América Latina?

La práctica de restauración en AL está influenciada por una agenda internacional en los países de la región que han ratificado el Convenio sobre la Diversidad Biológica, el desafío de Bonn, y la iniciativa 20 × 20. A continuación, en la Tabla 1 se muestran los compromisos de estos países con los compromisos internacionales (Aguirre et al., 2017).

Tabla 1. Compromisos de 10 países de América Latina con las iniciativas internacionales de restauración. Adaptado de Aguirre et al (2017).

	Desafío de Bonn (millones de hectáreas)	Iniciativa 20x20 (millones de hectáreas)	Estrategia Nacional	Normativa legal relacionada a la restauración	Sector que lidera las actividades de restauración
Argentina	1	1	No	No hay una regulación específica relacionada a la práctica	No gubernamental
Brasil	1(mata atlántica)	2.9(Mato Grosso) 0.3(Sao Paulo) 0.08(espíritu Santo)	Si(2015)	La Ley de Protección de Vegetación Nativa de 2012 es un instrumento que regula en qué ecosistemas nativos deben ser protegidos y restaurados en tierras privadas	No gubernamental
Chile	0.5	0.1	No	Ley 20.283 sobre recuperación de bosques nativos y promoción forestal, no es específica para la restauración ecológica	No gubernamental
Colombia	1	1	Si(2012)	Cuenta con un plan nacional de recuperación y restauración forestal, y un plan estratégico para restaurar los ecosistemas	No gubernamental/ gubernamental
Ecuador	0.5	0.5	Si(2014)	El derecho a la restauración de la naturaleza contenido en la Constitución busca restaurar los ecosistemas frágiles y se incorpora en el Plan Nacional para el Buen Vivir. Plan Nacional de Restauración Forestal y creación de incentivos financieros para fomentar y restaurar 500,000 hectáreas	No gubernamental/ gubernamental
Guatemala	1.2	1.2	Si(2014)	Ley de Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques (PROBOSQUE) constituye la base para la creación e implementación del programa de incentivos forestales a través de la promoción de la inversión pública y privada	Gubernamental
México	7.5	8.5	No	Restauración definida en la Ley General del Medio Ambiente y mencionada en otras leyes relacionadas. Instituciones gubernamentales liderando programas de restauración	No gubernamental/ gubernamental
Paraguay	-	-	No	La ley 4241/2010 hace referencia a la restauración. El Plan Nacional de Desarrollo 2030 aprobado por el decreto 2794/2014 también incluye la intención de restaurar el 20% de los ecosistemas degradados del país.	No gubernamental
Perú	3.2	3.2	No	Supreme Decree 020-2015-MINAGRI that regulates the establishment of commercial and conservation-oriented tree plantations.	No gubernamental
Venezuela	-	-	No	Varias iniciativas para actividades de restauración en todo el país. Pero no una estrategia nacional o leyes relacionadas	No gubernamental

En Argentina la Ley 26.331 establece directrices mínimas de protección ambiental, no hay una ley específica que regule la restauración ecológica. En Paraguay, el Decreto 9824 es la única referencia legal con respecto a la restauración y está enfocada en los bosques, sin embargo, en el Plan de Desarrollo Nacional de Paraguay 2030 también se menciona un objetivo que se enfoca en la restauración del 20% de los ecosistemas degradados del país. En México, el programa PRONAFOR fomenta y promueve las actividades productivas, la conservación y la restauración de los ecosistemas forestales. En Venezuela se implementó la Misión Árbol para detener la deforestación y generar conciencia ambiental sobre la importancia de conservar y restaurar los bosques. En Ecuador, Colombia y Guatemala los respectivos Ministerios de Medio Ambiente aprobaron estrategias nacionales de restauración ecológica. Ecuador incluyó a la restauración en sus instrumentos políticos y legales con el diseño e implementación del Plan Nacional de Restauración Forestal y la creación de incentivos financieros para restaurar 500,000 hectáreas hasta 2017(MAE, 2014). En Colombia, desde el año 2000 el Ministerio del Medio Ambiente estableció un Plan Nacional de Recuperación y Restauración de bosques y un plan estratégico para restaurar los ecosistemas y en Guatemala en el 2014 el Instituto Nacional de Bosques formuló la Estrategia Nacional para la Restauración del Paisaje Forestal. Sin embargo, únicamente en Brasil y Guatemala los marcos reguladores se desarrollaron específicamente para actividades de restauración. Brasil con la Ley de protección de vegetación nativa de 2012, regula en qué condiciones deben ser mantenidos o restaurados los ecosistemas nativos y en Guatemala existe la ley de establecimiento, recuperación, restauración, gestión, producción y protección de bosques. Pese a que en los países de AL existan políticas y programas, la práctica de la restauración ecológica en la región todavía sigue siendo impulsada por pocos grupos como la comunidad científica y las organizaciones no gubernamentales (ONG) con poca participación privada y se ha centrado en los bosques, descuidando así el valor de conservación de los ecosistemas no forestales (Aguirre et al., 2017).

En el Ecuador como en los demás países de Latinoamérica el tema de la restauración empieza a tener importancia desde los años 2000 y no se encuentran antecedentes sobre la restauración en la región de los Andes. Como concepto a ser aplicado en el país, la restauración ecológica aparece en el año 2000 en libro III del Régimen Forestal del TULSMA, en donde se la define como “el conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución de los procesos naturales y mantenimiento de servicios ambientales” (MAE, 2000). En la

Constitución Política del Ecuador, el Art.72, menciona que: “La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados”(Constitución de la República del Ecuador, 2008). En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas (Constitución de la República del Ecuador, 2008). El Art.73 manifiesta que el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales; así mismo se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional (Constitución de la República del Ecuador, 2008). El objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir es garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global. Este objetivo destaca la necesidad de implementar políticas que incentiven la conservación, restauración y mantenimiento del patrimonio natural, impulsando la investigación y fomentando acciones de manejo integral, eficientes y sustentables (SENPLADES, 2013). La Ley Forestal y de Conservación Áreas Naturales y Vida Silvestre, en el Art. 78, menciona que si ocurriese tala, quema o cualquier acción destructiva en ecosistemas altamente lesionables como manglares, páramos, etc., los responsables serán sancionados con una multa equivalente al cien por ciento del valor de la restauración del área talada o destruida (Ley Forestal, 2004). El MAE como Autoridad Ambiental Nacional desarrolla el Programa de Reparaciones Ambientales y Sociales (PRAS), sustentado en el Acuerdo Interministerial 001 firmado en el 2012, que en su Art. 2 señala que: es deber del Estado hacer cumplir “la aplicación de los lineamientos para la compensación por afectaciones socioambientales con relación a todas las actividades económicas estratégicas en las que los Ministerios del Ambiente y de Recursos Naturales No Renovables comparten competencias en el Control, que asegura una adecuada operación de dichas actividades y la conservación de los recursos naturales asociados a las mismas” (MAE, 2012a). En el 2014, bajo el paraguas del PRAS el MAE pone en marcha el Plan Nacional de Restauración Forestal (2014-2017). Este plan se enmarca en los principios y derechos de la constitución, particularmente en el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y equilibrado y en el derecho de la naturaleza a la restauración. En este

sentido, el MAE asume la responsabilidad de implementar este plan para recuperar la funcionalidad de los ecosistemas y generar un flujo de beneficios tangibles e intangibles a la nación (MAE, 2014).

En 2016, tuvo lugar el I Congreso Ecuatoriano de Restauración del Paisaje (CERP), donde se creó la Red Ecuatoriana de Restauración del Paisaje, representada por el Dr. Nikolay Aguirre, Director de la Línea de Investigación de Biodiversidad y Biotecnología de la Universidad Nacional de Loja. Con la creación de esta nueva institución se pretende estudiar más a fondo la restauración en el Ecuador, unir esfuerzos y generar un espacio para que los restauradores puedan compartir sus experiencias.

1.4. Discusión

Aunque la literatura científica define la restauración ecológica como “el proceso intencional para mover un ecosistema o comunidad hacia la máxima complejidad estructural y funcional que caracteriza a un ecosistema intacto” (Groom et al., 2006), en la práctica es difícil aplicar completamente este concepto. Esto puede deberse, según los autores, a que el protocolo científico de la restauración requiere de profundo conocimiento sobre el ecosistema original, previo el disturbio, y no siempre se cuenta con esta información, o en cantidad no es igual para todos los componentes del ecosistema. Otra causa para esta limitación, según la literatura, es que los recursos económicos suelen ser limitados, por lo que al tratar de priorizar acciones que se ajusten al presupuesto, tal vez no se apunta a lograr la máxima complejidad estructural y funcional que caracterizaba al ecosistema original.

Como se ha discutido en los últimos tiempos, la restauración debería ser abordada desde un “enfoque de paisaje” que trascienda los límites políticos, e ir más allá de los intereses que se puedan tener sobre un sitio en particular. Por tanto, en el país debería existir coordinación entre la academia y los GAD’s en todos los niveles de administración del territorio, previo a la ejecución de los proyectos de restauración.

Por otro lado, el Plan Nacional de Restauración Forestal del Ecuador se llevó cabo bajo el paraguas del Programa de Reparaciones Ambientales y Sociales (PRAS) del Ministerio del Ambiente cuyos lineamientos se enfocan en la compensación por afectaciones socio-ambientales. Esto quiere decir que el enfoque del plan dista un tanto de lo que a la restauración ecológica atañe, ya que, al parecer, con este Plan el MAE pretende llevar a cabo la rehabilitación y reclamación de ciertas áreas.

CAPÍTULO II

RESULTADOS SOBRE LA SISTEMATIZACIÓN DE INTERVENCIONES PERTINENTES A LA RECUPERACIÓN DE ECOSISTEMAS EN LA SIERRA DEL ECUADOR

2.1. Región biogeográfica Andes

La cordillera de los Andes atraviesa Sudamérica desde de los 11°N hasta los 55°S, desde las montañas Oca en Venezuela hasta Tierra del Fuego en Argentina, con una extensión de 14.137 km (Clapperton, 1993) y presenta una elevación máxima de 6,962 m en la montaña Aconcagua (GeoEnciclopedia, 2017). De acuerdo a la complejidad tectónica y al levantamiento de la cordillera, los Andes han sido divididos en tres secciones: Andes septentrionales (Venezuela, Colombia, Ecuador), Andes centrales (Perú, Bolivia, Argentina, Chile) y Andes australes en Chile y Argentina (GeoEnciclopedia, 2017). Los Andes del centro y sur son los más viejos; se originaron hace aproximadamente 50 millones de años en el terciario temprano; los Andes del norte que van desde Venezuela atravesando Colombia y terminando en el Valle de Girón Paute (3°S) en la provincia del Azuay, son considerados jóvenes, el mayor levantamiento en éstos ocurrió hace 25 millones de años en el mioceno, pero hubo posteriores plegamientos entre el plioceno tardío y el pleistoceno temprano hace 5-1.5 millones de años (Baquero et al. 2005). En este último período, las cordilleras se levantaron hasta su altitud actual y se formaron áreas de vegetación abierta por encima del límite altitudinal del bosque. Es decir, en este intervalo de tiempo se establecieron los páramos y también el bosque andino (Hofstede et al., 2014).

En el Ecuador, la región biogeográfica Andes ocurre aproximadamente sobre los 300 msnm en el noroccidente y sobre los 400 msnm en el suroccidente y oriente; comprendiendo los pisos bioclimáticos que van desde el piemontano (desde los 400 msnm aproximadamente) hasta el nival a 6310 msnm en la cumbre del volcán Chimborazo (MAE, 2013). Los Andes del Norte forman las cordilleras oriental y occidental, dos cadenas montañosas paralelas con una separación menor a 200km (Clapperton, 1993). Ambas bifurcaciones se encuentran conectadas de este a oeste por varias montañas y volcanes, formando nudos, mismos que definen los valles interandinos y que son barreras geográficas entre ciertas especies (Heindl & Schuchmann, 1998). Mientras los bosques montanos cubren la mayor superficie porque

ocurren en ambos lados de las cordilleras, los páramos son dispersos y aparecen en las cimas de las montañas rodeados de matriz boscosa. Los arbustales por su parte, ocurren en los interiores de los valles interandinos siguiendo cauces de ríos como el del Guayllabamba y Jubones (MAE, 2012). Los bosques montanos tanto de las vertientes oriental y occidental ocurren en un rango altitudinal aproximado de 1.500-3.300 msnm. En comparación con las tierras bajas amazónicas, la diversidad de árboles en estos bosques es relativamente baja, sin embargo, se reportan altos niveles de diversidad para hierbas, arbustos y epífitas (Hooghiemstra & Cleef, 1995). Opuesto a lo que ocurre en los bosques amazónicos, en los bosques montanos los patrones de diversidad vegetal, beta y gama presentan valores muy altos y patrones excepcionales en cuanto a recambio de especies y comunidades, en parte, debido a la gran heterogeneidad de hábitats causadas por las fuertes gradientes ambientales (Jørgensen & León-Yáñez, 1999; Kessler et al. 2001; Kessler, 2002). Sobre la línea de bosque en las cordilleras oriental (3700 msnm) y occidental (3400 msnm) en un callejón casi ininterrumpido se encuentra el sector biogeográfico páramo, que originalmente se ubica en los pisos montano alto superior y subnival y excepcionalmente en el montano alto como ocurre en el sur del país en donde se encuentra desde los 2800 msnm (Acosta-Solís, 1984; Smith & Cleef, 1988). Los ecosistemas de este sector ocupan un área aproximada de 14876 km², que corresponde al 5.94 % del territorio nacional (MAE, 2013). El páramo es el mayor proveedor de agua de los Andes de Venezuela, Colombia y Ecuador. Las principales cuencas hidrográficas del Ecuador, tanto las de la vertiente del pacífico (Esmeraldas, Guayas, Jubones) como las de la vertiente amazónica (Napo, Pastaza, Santiago) nacen en el páramo. Por tanto, el abastecimiento de agua potable a ciudades como Quito, Riobamba, Ambato y Cuenca, prácticamente depende del mantenimiento del ciclo hídrico por parte de los ecosistemas de los altos andes. Incluso ciudades como Guayaquil, Manta y Esmeraldas reciben una parte importante de esta agua (Hofstede et al., 2014).

2.2. Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017

En el Ecuador, la restauración ecológica empieza a aplicarse formalmente a través del Plan Nacional de Restauración Forestal. En el periodo 1990–2000 la deforestación promedio en el Ecuador fue de 89.944 ha/año; para el período 2000 - 2008 fue de 77.647 ha/año, durante el período 2008-2012 fue de 65.880 ha/año y se estima un total de 220,000 ha para

el período 2013 – 2017. Frente a la esta situación, en el año 2014 el MAE se comprometió a iniciar un proceso de restauración forestal en 220,000 ha con el objetivo de alcanzar una deforestación cero y a fin de tener una cobertura forestal que responda de manera adecuada a los procesos de conservación que gestiona el MAE, tales como: la conservación de la biodiversidad, la protección de agua y suelos, y la disminución de riesgos por deslizamientos e inundaciones. El MAE considera dos tipos de actividades de restauración forestal: 1) la regeneración natural asistida, que corresponde a la sucesión ecológica natural acompañada de actividades de protección, manejo y control como cercado, señalización, mantenimiento, etc. y 2) el enriquecimiento con especies nativas, que corresponde a prácticas silviculturales como la reforestación con fines de protección o conservación con especies de bosques cercanos(MAE,2014).

Las zonas que el MAE consideró como prioritarias para la restauración forestal corresponden a zonas de protección del recurso hídrico, zonas de deslizamientos, zonas de amortiguamiento del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), corredores biológicos y vacíos de conservación; suprimiendo los bosques, el páramo, las áreas de Socio Bosque y los cultivos (anuales, permanentes y semipermanentes), con lo que al final se obtuvo una superficie disponible para restauración forestal igual a 1`599.342 hectáreas (MAE,2014).

De acuerdo al Plan Nacional de Restauración Forestal, de las 1,599,342 hectáreas que requieren ser restauradas en el país, el MAE se propuso restaurar 500.000 hectáreas para el periodo 2014-2017, mismas que habrían sido intervenidas de la siguiente manera: 100.000 hectáreas el primer año, donde se crearían y fortalecerían los instrumentos de gestión; en los años siguientes (2015 y 2016) se esperaba intensificar la gestión para incorporar una superficie mayor y para el año 2017 se proponía una disminución de área, debido a la culminación del periodo del Gobierno (MAE, 2014). El Plan indica que para la implementación de los proyectos se debió seleccionar los espacios con menor complejidad, tanto para los tiempos de restauración como para los procesos de negociación y que la gestión de los proyectos debía realizarse de manera concurrente entre el MAE, los GADs provinciales y las juntas parroquiales (MAE, 2014).

2.3. Esfuerzos de restauración ecológica llevados a cabo en los Andes ecuatorianos hasta el año 2016

De los veintiséis proyectos que se encontraron a nivel nacional y que se muestran en el ANEXO 1, trece proyectos se ubican en los Andes y se presentan a continuación en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Proyectos de restauración ecológica en la región Andes del Ecuador hasta el año 2016

No	Nombre del trabajo	Año	Ubicación				Superficie (hectáreas)	Tenencia de la tierra	Presenta literatura a del paisaje histórico	Institución promotora
			Descripción	Provincia/s	Cantón/es	Coordenadas UTM				
1	Diseño para la restauración ecológica con fines educacionales en la Isla del Orotongo	2010	Guía de restauración ecológica	Azuay	Cuenca	X: 720829 Y: 9679555	Sin dato	Pública	Si	Trabajo de grado para la obtención del título de Magister en Gestión Ambiental de la Universidad del Azuay
2	Formación de un corredor de hábitat de un bosque montano alto en un mosaico de páramo en el norte del Ecuador	2008	Zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica el Ángel, estación Los Encinos	El Carchi	Tulcán	Sin datos	Sin dato	Privado	Si	Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.

No	Nombre del trabajo	Año	Ubicación				Superficie (hectáreas)	Tenencia de la tierra	Presenta literatura del paisaje histórico	Institución promotora
			Descripción	Provincia/s	Cantón/es	Coordenadas UTM				
3	Plan de Manejo Cayambe-Coca	2008	Dentro del plan de manejo se encuentra el subprograma de restauración ecológica	Imbabura, Napo Pichincha	Cayambe, Pimampiro, El Chaco	Caserío Pimampiro X: 844603 Y: 10025794 San Ramón X: 833685 Y: 10013306 San Ramón, caminos de verano y senderos X: 8296641 Y: 9994681 San Francisco X: 808553 Y: 9984444 Oyacachi X: 828308 Y: 9976339	3595,47	Pública y Comunitaria	Si	Pública
4	“Plan de manejo para la restauración de dos humedales del ecosistema páramo de Sachahuayco de la mancomunidad frente sur occidental del cantón mocha, provincia de Tungurahua”	2012	Páramo de Sachahuayco	Tungurahua	Mocha	Norte X: 756529 Y: 9845013 Sur X: 756753 Y: 9844294 Este X: 756862 Y: 9844733 Oeste X: 756403 Y: 9844026	98	Comunitaria	No	Pública

No	Nombre del trabajo	Año	Ubicación				Superficie (hectáreas)	Tenencia de la tierra	Presenta literatura del paisaje histórico	Institución promotora
			Descripción	Provincia/s	Cantón/es	Coordenadas UTM				
5	Plan piloto demostrativo de restauración en dos ecosistemas Andinos equivalentes degradados: Pisac (Perú) y Oyacachi (Ecuador)	Sin dato	Localidad de Oyacachi	Pichincha	El Chaco	Sin dato	100	Comunitaria	Si	*Herbario CUZ (Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco), *Herbario CHEP (Herbario Escuela Superior Politécnica del Chimborazo)
6	Restauración, rehabilitación y reafectación de un paisaje de bosque de neblina en el bosque protector Mindo-Nambillo	Sin dato	Mindo-Nambillo	Pichincha	San Miguel de los Bancos	Sin dato	900	Sin dato	Si	Universidad Central del Ecuador, Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España y Universidad Internacional Menéndez Pelayo España.
7	Restauración del capital natural de un área degradada al nor-occidente de Pichincha utilizando conceptos agro-ecológicos y servicios ecosistémicos	Sin dato	Reserva Biológica Maquipucuna	Pichincha	Quito	Sin dato	5	Privada	Si	Universidad San Francisco de Quito
			Reserva Santa Lucía	Pichincha	Quito	Sin dato	5	Comunitaria	Si	Universidad San Francisco de Quito
8	Restauración hidráulica y ecológica de un tramo del río San Pedro, cuenca del río Guayllabamba.	2009	Tramo del río San Pedro	Pichincha	Quito	Sin dato	Sin dato	Pública	Si	Maestría en Ecología Tropical, Universidad Técnica Particular de Loja

No	Nombre del trabajo	Año	Ubicación				Superficie (hectáreas)	Tenencia de la tierra	Presenta literatura del paisaje histórico	Institución promotora
			Descripción	Provincia/s	Cantón/es	Coordenadas UTM				
9	Restauración del capital natural de un bosque húmedo al noroccidente de Pichincha después de la deforestación	Sin dato	Recinto Río Blanco	Pichincha	San Miguel de los Bancos	SD	20	Sin dato	Si	Maestría de Ecología Universidad San Francisco de Quito
10	Restauración ecológica y restauración del capital natural de la vegetación de ribera de la cuenca alta del río Carihuaycu	2009	Palugullo	Pichincha	Quito	Sin dato	500	Sin dato	Si	Maestría de Ecología Universidad San Francisco de Quito
11	Restauración Ecológica de los páramos de Jatunhuaycu	2014	Zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Antisana,	Napo, Pichincha	Sin dato	X: 938670 hasta X: 912530 Y: 31353 hasta Y: 90362	89,26	Privada	si	Pública

No	Nombre del trabajo	Año	Ubicación				Superficie (hectáreas)	Tenencia de la tierra	Presenta literatura del paisaje histórico	Institución promotora
			Descripción	Provincia/s	Cantón/es	Coordenadas UTM				
	Villonaco (Loja, Ecuador) afectado por una plantación de pino patula (<i>Pinus patula</i>)		Catamayo						Universidad Internacional Menéndez Pelayo (IUMP) y Universidad Central del Ecuador (UCE)	
13	Restauración del Capital Natural del Bosque Protector El Ingenio-Santa Rosa para la Mejora de los Servicios Ecosistémicos y Bienestar de la Comunidad, Loja, Ecuador	Sin dato	El Ingenio Santa Rosa	Loja	Quilanga y Espíndola	Sin dato	12326	Privada	Si	Master en Biodiversidad en Áreas Tropicales y su Conservación, Universidad Técnica Particular de Loja

Total, superficie intervenida: 17.638,73 hectáreas.

De la búsqueda realizada, según el Cuadro 4, se encontraron **trece proyectos** sobre restauración ecológica en la Región Andina, con una superficie total de 17.638,73 ha. La mayoría de proyectos se han llevado a cabo en la provincia de Pichincha (8 proyectos) y la fecha más antigua data del año 2008 con el Plan de Manejo del Parque Nacional Cayambe-Coca.

Existió dificultad en la localización de los proyectos puesto que no todos los documentos especificaron las coordenadas de localización, la mayoría hace alusión a un solo punto en el terreno y otros proyectos solamente se pudieron ubicar a través de referencias, tal como se muestra en el ANEXO 3. En el caso de los proyectos cuyas coordenadas hicieron alusión a un polígono, únicamente se asignó un punto en el centro de la parcela, para que pueda ser visualizado a escala nacional y para mantener igual forma de localización en todos los proyectos.

De los 13 proyectos, el más extenso es el Plan de Restauración del Capital Natural del Bosque Protector El Ingenio-Santa Rosa con 12326 hectáreas. Indistintamente los proyectos se encuentran en tierras públicas, privadas y comunitarias y solamente 3 proyectos han sido promovidos por el sector público, los 10 restantes son iniciativas de investigación de universidades.

Tomando como referencia los pasos para llevar a cabo una restauración ecológica que señalan *White & Walker, (1997)* y *Groom, Meffe, y Carroll (2006)*. A continuación, en el Cuadro 5, proyecto por proyecto se indica el cumplimiento o no de los pasos para llevar a cabo la restauración y la propuesta de restauración de cada uno.

Cuadro 5. Pasos que cumplen los proyectos para llevar a cabo una restauración ecológica y su propuesta de restauración

No.	Nombre del Proyecto	Cumplimiento de los pasos para llevar a cabo una restauración ecológica					Propuesta de restauración	Resultado
		Evaluación del sitio	Establecimiento de metas	Diseño	Implementación	Monitoreo y gestión adaptativa		
1	Diseño para la restauración ecológica con fines educativos en la Isla del Orotongo	Si	si	si	si	no	Creación de parcelas de restauración en base a tres conceptos: rehabilitación ecológica, saneamiento ecológico y recuperación ecológica.	No se conoce sobre la ejecución de este proyecto, no hay monitoreo y gestión adaptativa
2	Formación de un corredor de hábitat de un bosque montano alto en un mosaico de páramo en el norte del Ecuador	Si	si	si	si	si	Hacer un seguimiento de dos años del crecimiento y desarrollo de las plantas seleccionadas para la siembra. Después de los dos años, se sugirió que la mejor estrategia para conformar un corredor de hábitat es plantar las especies en los bordes de los fragmentos bosques y de a poco ir ampliando el área de estos remanentes	No se conoce sobre la ejecución del proyecto
3	Plan de Manejo Cayambe-Coca	Si	no	no	no	no	No se indica	No se conoce sobre la ejecución, el plan de manejo solamente muestra el concepto de restauración e indica la ubicación de las parcelas
4	“Plan de manejo para la restauración de dos humedales del ecosistema páramo de Sachahuayco de la mancomunidad frente sur occidental del cantón mocha, provincia de Tungurahua”	No	si	si	si	no	Elaborar programas Programa 1: Capacitación sobre el cuidado y manejo de los recursos naturales Programa 2: Restauración y protección de humedales: diseño e instalación de rótulos con mensajes de reflexión, impedir que el ganado contamine los humedales y protección de los humedales con cercas vivas utilizando especies nativas	No se conoce sobre la ejecución del proyecto
5	Plan piloto demostrativo de restauración en dos ecosistemas Andinos equivalentes degradados: Pisac (Perú) y Oyacachi (Ecuador)	Si	si	si	si	no	Recuperación de suelos, Rehabilitación, Restauración: esperándose concretar la recuperación en un 90 % con respecto al bosque de referencia	No se conoce sobre la ejecución del proyecto, no hay monitoreo y gestión adaptativa
6	Pasos para llevar a cabo una restauración ecológica	Si	si	si	si	si	Aplicación de un programa de reforestación en áreas abandonadas con especies pioneras seleccionadas de acuerdo a evaluaciones.	El proyecto señala todos los pasos, sin embargo, no existe información detallada de cada uno. No se conoce sobre la ejecución del proyecto.
7	Restauración del capital natural de un área degradada al noroccidente de Pichincha utilizando conceptos agro-ecológicos y servicios ecosistémicos	Si	si	si	si	no	Cultivos agro-ecológicos de café de sombra	No se conoce sobre la ejecución del proyecto, no hay monitoreo y gestión adaptativa.
8	Restauración hidráulica y ecológica de un tramo del río San Pedro, cuenca del río Guayllabamba.	Si	si	si	si	no	Revegetación y reforestación de riveras. Diseño de las zonas de canal, inundación y límite de la zona de amortiguamiento. Adecuación de hábitats simulados en las estaciones hidráulicas.	No se conoce sobre la ejecución del proyecto, no hay monitoreo y gestión adaptativa.
9	Restauración del capital natural de un bosque húmedo al noroccidente	Si	si	si	si	no	Educación ambiental: comunidad, escuelas y colegios. Cerca delimitación del área y ojo de agua.	No se conoce sobre la ejecución del proyecto, no hay monitoreo y gestión adaptativa.

No.	Nombre del Proyecto	Cumplimiento de los pasos para llevar a cabo una restauración ecológica					Propuesta de restauración	Resultado
		Evalua ción del sitio	Estableci miento de metas	Diseño	Imple menta ción	Monitoreo y gestión adaptativa		
	de Pichincha después de la deforestación						Banco de semillas. Vivero comunitario. Exterminación plantas introducidas. Regeneración Natural Sistemas productivos sostenibles Jardín temático	
10	Restauración ecológica y restauración del capital natural de la vegetación de ribera de la cuenca alta del río Carihuaycu	Si	si	si	si	no	Reforestación con especies nativas	No se conoce sobre la ejecución del proyecto, no hay monitoreo y gestión adaptativa.
11	Restauración Ecológica de los páramos de Jatunhuaycu	Si	si	si	si	si	Corto plazo (1año): Mejorar la estructura del suelo de la zona baja y media de la microcuenca Jatunhuaycu, Acelerar la sucesión natural del páramo a través del desarrollo de trayectorias sucesionales de especies pioneras para acelerar la restauración de las zonas degradadas. Mediano plazo (5años): Promover la dispersión, establecimiento y desarrollo de especies de sucesión secundaria, a través del establecimiento de núcleos de dispersión. Largo plazo (10años): Restaurar la estructura y composición florística y faunística del páramo de la microcuenca. Mejorar la funcionalidad hidrológica	No se conoce sobre la ejecución del proyecto, sin embargo el texto da a entender que se trata de una restauración ecológica completa
12	Restauración de un ecosistema de páramo en Villonaco (Loja, Ecuador) afectado por una plantación de pino patula (<i>Pinus pátula</i>)	si	si	si	si	si	En 3 etapas durante 5 años iniciales, con proyección a 20 años, restaurar un ecosistema en el que se solventen las "fugas" existentes (de biodiversidad, de agua y retención de carbono), lo que llevará a la recuperación de los servicios ecosistémicos propios del páramo. A través de: Educación ambiental, erradicación de <i>pino pátula</i> , restablecimiento de la cobertura vegetal de especies nativas.	No se conoce sobre la ejecución del proyecto.
13	Restauración del Capital Natural del Bosque Protector El Ingenio-Santa Rosa para la Mejora de los Servicios Ecosistémicos y Bienestar de la Comunidad, Loja, Ecuador	si	si	si	si	si	Restauración pasiva. - Se efectuará mediante la protección in situ de espacios previamente seleccionados. Establecimiento de plantaciones enriquecedoras. - Para la provisión de plántulas, se instalará un vivero forestal permanente. Plantaciones en el sitio con especies enriquecedoras.- Una vez que las plantas alcancen 40 a 50 cm de altura, se efectuará la plantación en el sitio definitivo de pastizales, sistemas agroforestales y áreas degradadas	No se conoce sobre la ejecución del proyecto
Total de proyectos que si cumplen con los pasos		12	12	12	12	5		

De acuerdo al Cuadro 5, doce proyectos cumplen con el primer paso para llevar a cabo una restauración ecológica, solamente el proyecto de Sachahuayco no lo cumple. El Plan de Manejo del Parque Nacional Cayambe-Coca solo presenta la evaluación del sitio. Doce proyectos cumplen con los pasos: 2) establecimiento de metas, 3) Diseño, 4) Implementación y 5) Monitoreo y gestión adaptativa. Ocho de los trece proyectos no presentan monitoreo y gestión adaptativa y cinco proyectos cumplen con todos los pasos.

En este texto no se presenta información sobre los proyectos llevados a cabo a través del Plan Nacional de Restauración Forestal, puesto que fue negado el pedido de información realizado al Ministerio del Ambiente. El pedido incluyó: modelo de áreas potenciales para restauración forestal en el Ecuador en documento de elaboración y cobertura vector en formato *.shp; modelo de áreas prioritarias para restauración en el Ecuador en documento de elaboración y cobertura vector en formato *.shp; documento que sistematiza los proyectos/intervenciones/experiencias de restauración forestal y la cobertura vector en formato *.shp. Se manifestó que cuando la información esté lista, será inmediatamente cargada en la página web del Ministerio del Ambiente (ANEXO 2).

2.4. Discusión

Según el Cuadro 5, ocho de los trece proyectos no cuentan con monitoreo y gestión adaptativa y no se conoce sobre la ejecución de ninguno de los proyectos. Por tanto, no es posible realizar un análisis sobre la eficacia y eficiencia de los esfuerzos de restauración, que sería importante conocer para saber si se lograron los objetivos propuestos y si tales esfuerzos justifican el costo de los mismos.

Si bien, cinco de los trece proyectos cumplen con todos los pasos que los autores señalan como necesarios para llevar a cabo la práctica de la restauración ecológica. Al revisar la propuesta de restauración de cada uno, parece que, en algunos casos, más bien se tratan de actividades que están dentro de un proceso de restauración, pero no corresponden a la restauración como tal, es el caso de los proyectos 2 y 6 que proponen reforestación y el proyecto 12 que propone educación ambiental y erradicación de *pino pátula*. Lo mismo ocurre con los demás proyectos como el 10 que indica como propuesta de restauración la reforestación con especies nativas.

CAPÍTULO III

RESULTADOS EN CUANTO A LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS INTERVENCIONES DE RESTAURACIÓN

3.1. Sistema de Clasificación de Ecosistemas para el Ecuador Continental

Este Sistema de Clasificación comprende un conjunto de metodologías a través de las cuales se agrupa y delimita, de forma lógica y ordenada, comunidades bióticas y sus interacciones con los elementos de su ambiente. La unidad de representación en este sistema es el *ecosistema*, entendido como un grupo de comunidades de vegetación que a escala local coexiste en el paisaje con variables biofísicas, gradientes ambientales, y procesos dinámicos parecidos (MAE, 2013). Según este Sistema de Clasificación se determinará el piso bioclimático y el tipo de ecosistema correspondientes a la superficie en la que se encuentran los proyectos de restauración.

Pisos bioclimáticos y nomenclatura de los ecosistemas

La altitud y la temperatura, juegan un rol preponderante en el establecimiento de comunidades de plantas y en la distribución de ecosistemas. Por ello, los pisos bioclimáticos son un referente en la distribución altitudinal y un criterio **fundamental para nombrar a la mayoría de ecosistemas** (MAE, 2013).

El nombre de cada ecosistema está compuesto por un conjunto de factores diagnósticos que permiten caracterizar dicho ecosistema y que se muestran a continuación en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Factores diagnósticos para la nomenclatura de ecosistemas según MAE (2013).

Factor diagnóstico	Categorías del factor diagnóstico
Fisonomía	Bosque, arbustal, herbazal, rosetal caulescente
Fenología	Siempreverde, siempreverde estacional, semideciduo, deciduo
Piso bioclimático	tierras bajas, piemontano, montano bajo, montano, montano alto, montano alto superior, y subnival
Región	Amazonía, Andes, Costa o Litoral

3.2. Distribución espacial de las intervenciones de restauración

A través de los mapas elaborados (mapa 2- mapa 9), se obtuvo la distribución espacial de los proyectos de restauración en cuanto al piso bioclimático, elevación, ecosistema y uso del suelo, y se presentan en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2. Distribución de los proyectos de restauración en los Andes del Ecuador

Número	Indica coordenadas	Provincia	Proyecto	Piso bioclimático	Elevación (msnm)	Ecosistema	Uso del Suelo
1	no	Carchi	Los Encinos	Montano alto superior	3500-4000	Rosetal caulescente y herbazal de páramo	Conservación y protección
2	si	Imbabura	Pimampiro	Montano alto	3000-3700	Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	Conservación y protección
3	no	Pichincha	Maquipucuna	Montano bajo	1400-2000	Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes	Pecuario
4	no	Pichincha	Santa Lucía	Montano bajo	1400-2000	Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes	Agrícola, conservación y protección
5	no	Pichincha	Mindo-Nambillo	Montano bajo	1400-2000	Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes	Conservación y protección
6	no	Pichincha	Río San Pedro	Montano	2500-3000	Intervención	Agrícola
7	no	Pichincha	Río Blanco	Intervención	1000-1500	Intervención	Pecuario
8	no	Pichincha	Río Carihuaycu	Montano alto	3000-3700	Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes	Pecuario
9	si	Pichincha	San Francisco	Montano alto	3000-3500	Intervención	Conservación y protección
10	si	Pichincha	San Ramón	Montano alto	3400-4300	Herbazal de páramo	Conservación y protección
11	si	Pichincha	San Ramón	Montano alto	3400-4300	Herbazal de páramo	Pecuario
12	si	Napo	Oyacachi	Montano alto	3000-3700	Bosque siempreverde montano alto del norte de la cordillera Oriental de los Andes	Pecuario
13	si	Tungurahua	Sachahuayco	Montano alto superior	3500-4200	Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo	Conservación y protección
14	si	Azuay	Orotongo	Montano	2500-3000	intervención	Antrópico
15	no	Loja	Villonaco	Montano	2200-2900	Bosque siempreverde montano del Catamayo-Alamor	Pecuario
16	no	Loja	El Ingenio Santa Rosa	Montano alto		Bosque siempreverde montano alto del Catamayo-Alamor	Conservación y protección

En cuanto a la localización de los proyectos, En el mapa 1 se muestra la localización de todos los proyectos de restauración, tanto de los que indicaron coordenadas como los que se ubicaron de acuerdo a referencias como son: Los Encinos, Oyacachi, Río Blanco, Santa Lucía, Maquipucuna, Río San Pedro, Río Carihuaycu y El Ingenio Santa Rosa (ANEXO 3). No pudieron ser localizados: el proyecto de Jatunhuaycu, debido a que sus coordenadas indicaron puntos fuera del territorio nacional; y el Plan piloto demostrativo de restauración en dos ecosistemas Andinos equivalentes degradados: Pisac (Perú) y Oyacachi (Ecuador).

En la provincia de Pichincha se pudieron localizar nueve parcelas de restauración, en la provincia de Loja se localizaron dos parcelas y en las provincias de Carchi, Imbabura, Napo, Tungurahua y Azuay se localizó una parcela en cada una.

Se registran proyectos desde el piso bioclimático montano hasta el montano alto superior. En el piso montano se registran 3 esfuerzos de restauración; 3 en el montano bajo; 7 en el montano alto; 2 en el montano alto superior y uno corresponde a área de intervención. Los resultados indican que la mayor parte de proyectos (7) se están llevando a cabo en alturas que van desde los 3000-3700 msnm.

Se detectaron nueve tipos de ecosistemas en los que se encuentran proyectos de restauración, sin embargo, la mayor parte se encuentran en ecosistemas intervenidos y en el bosque siempre verde montano bajo de la Cordillera Occidental de los Andes. A continuación, en el Cuadro 7, se indican estos ecosistemas y en el ANEXO 4 se encuentra una breve descripción de los mismos.

Cuadro 7. Tipos de ecosistemas en los que se localizaron los esfuerzos de restauración

Número de esfuerzos de restauración	Ecosistema
1	Rosetal caulescente y herbazal de páramo
1	Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes
1	Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo
1	Bosque siempreverde montano del Catamayo-Alamor
1	Bosque siempreverde montano alto del Catamayo-Alamor
2	Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
3	Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes
4	Intervención
2	Herbazal de páramo

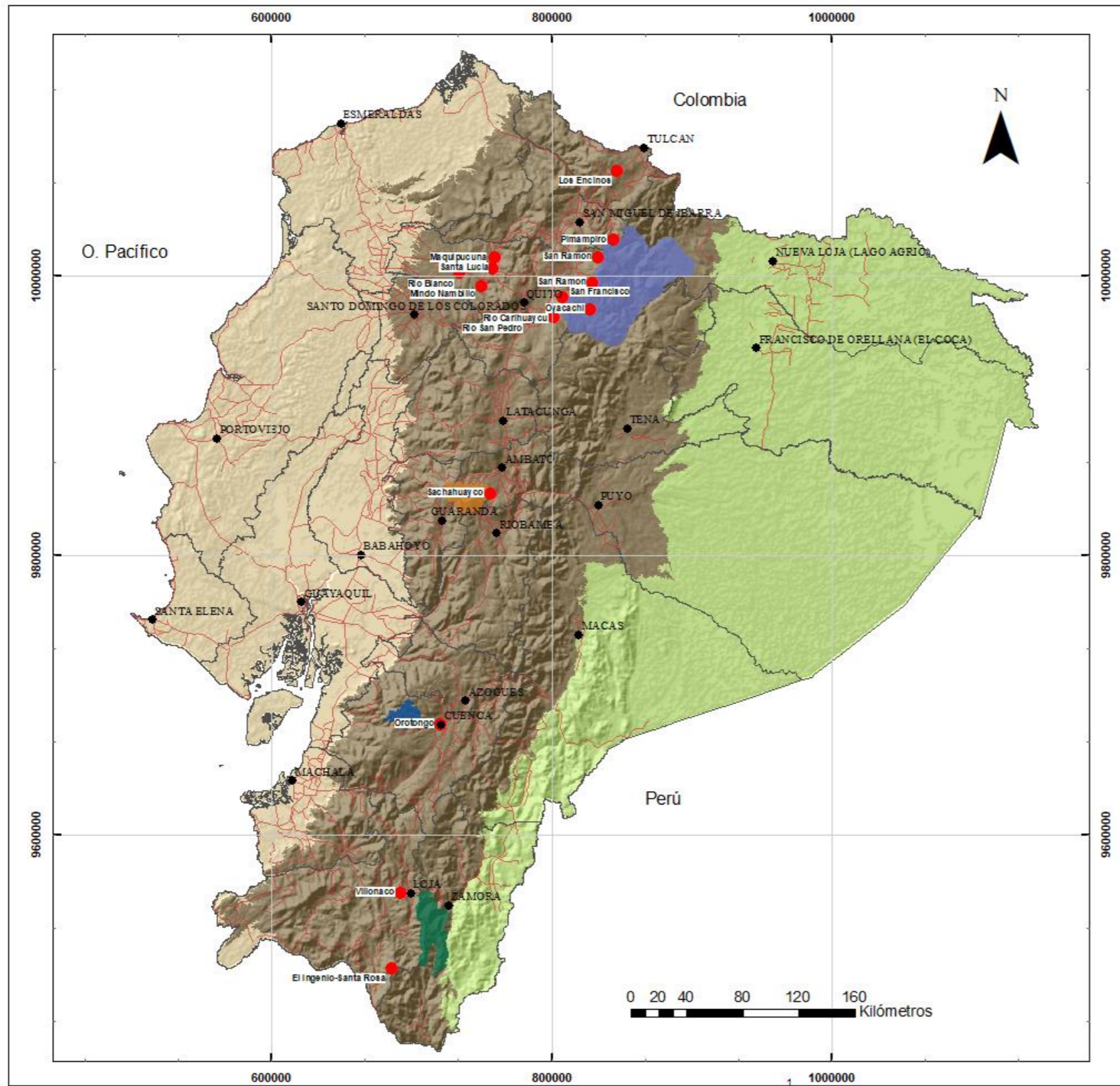
Con respecto al uso del suelo, de los cinco tipos de uso del suelo registrados, la mayor parte de proyectos se encuentra en áreas de conservación y protección y de uso pecuario, tal como se indica en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Usos del suelo en donde se ubican los proyectos de restauración

Número de esfuerzos de restauración	Uso del suelo
7	Conservación y protección
6	Pecuario
1	Agrícola, conservación y protección
1	Agrícola
1	Antrópico

Escala 1:3,000,000

Mapa 1: Proyectos de restauración ecológica en los Andes del Ecuador



Leyenda

Áreas Protegidas

- Cayambe Coca
- Chimborazo
- Cajas
- Podocarpus

Región

- Litoral
- Andes
- Amazonía

Simbología

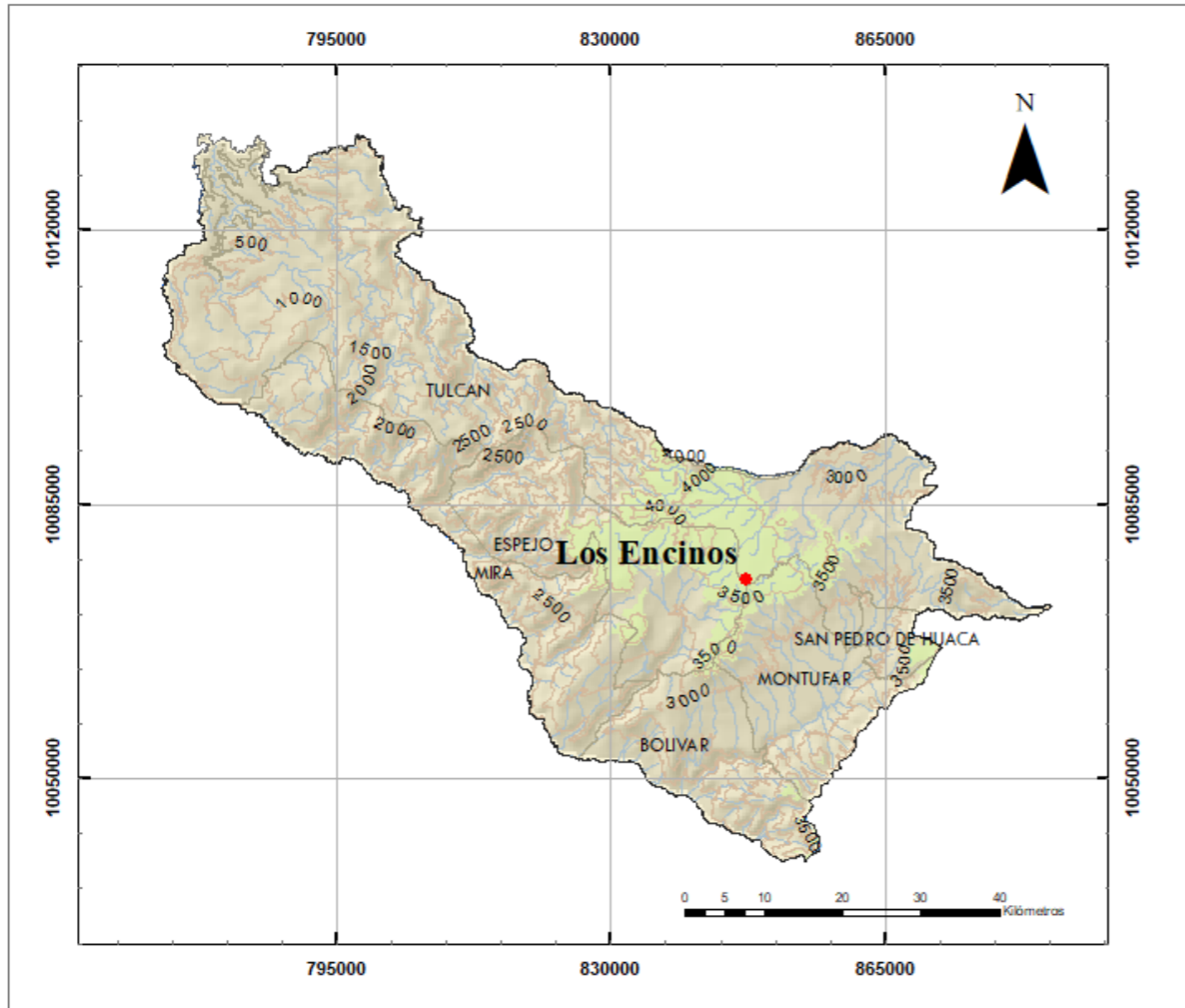
- Proyectos de restauración
- Capital provincial
- Vías principales
- Límite provincial

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Ciencias Humanas Escuela de Ciencias Geográficas				
Contiene: Proyectos de R. ecológica que no indicaron coordenadas en los Andes del Ecuador				
Elaborado por: Karla Agullera		Revisado por: Ph.D. Sheila Aragundi		
Fuente: Sistema Nacional de Información (SNI), Geoportal IGM Sistema Único de Información Ambiental (SUIA)				
Escala de trabajo: 250000 Escala de Impresión: A3				
Mapa N°: 1	Proyección: UTM	Datum: WGS84	Zona: 17 Sur	Fecha: 19/02/2018

Mapa 2: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas en los proyectos de restauración del Carchi

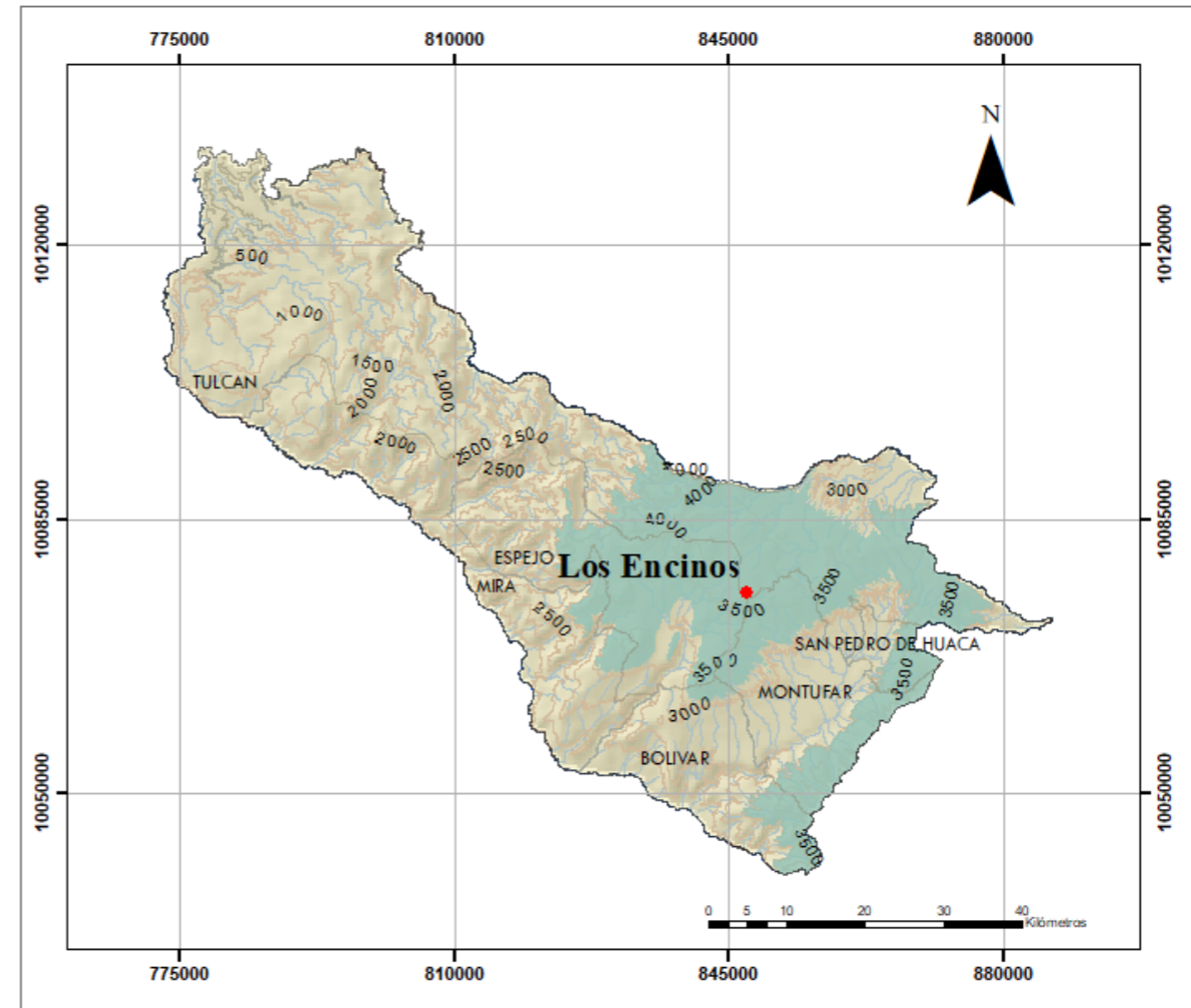
Piso bioclimático

Escala 1:800,000



Tipo de ecosistema

Escala 1:800,000



Leyenda

Montano alto superior

Simbología

- Proyecto de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones

Localización en Ecuador

Escala: 1:13,231,419



Leyenda

Rosetal caulescente y herbazal de páramo

Simbología

- Proyecto de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Ciencias Geográficas

Contiene: Pisos bioclimáticos y Tipo de Ecosistemas en los proyectos de restauración de Carchi				
Elaborado por: Karla Aguilera		Revisado por: PhD. Sheila Aragundi		
Fuente: Sistema Nacional de Información (SNI), Geoportail IGM, Sistema Único de Información Ambiental (SUIA)				
Mapa N°: 2	Proyección: UTM	Datum: WGS84	Zona: 17 Sur	Fecha: 19/02/2018

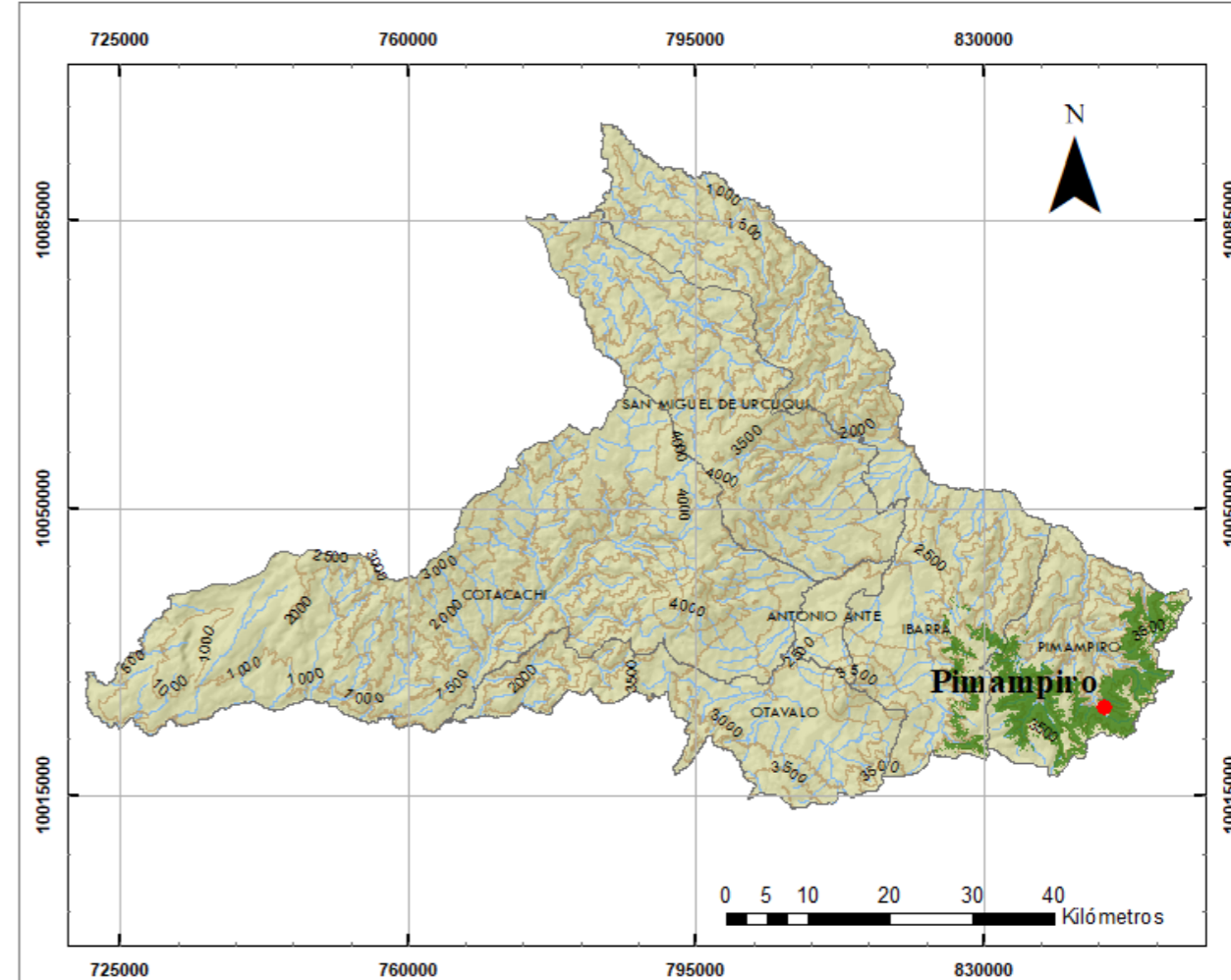
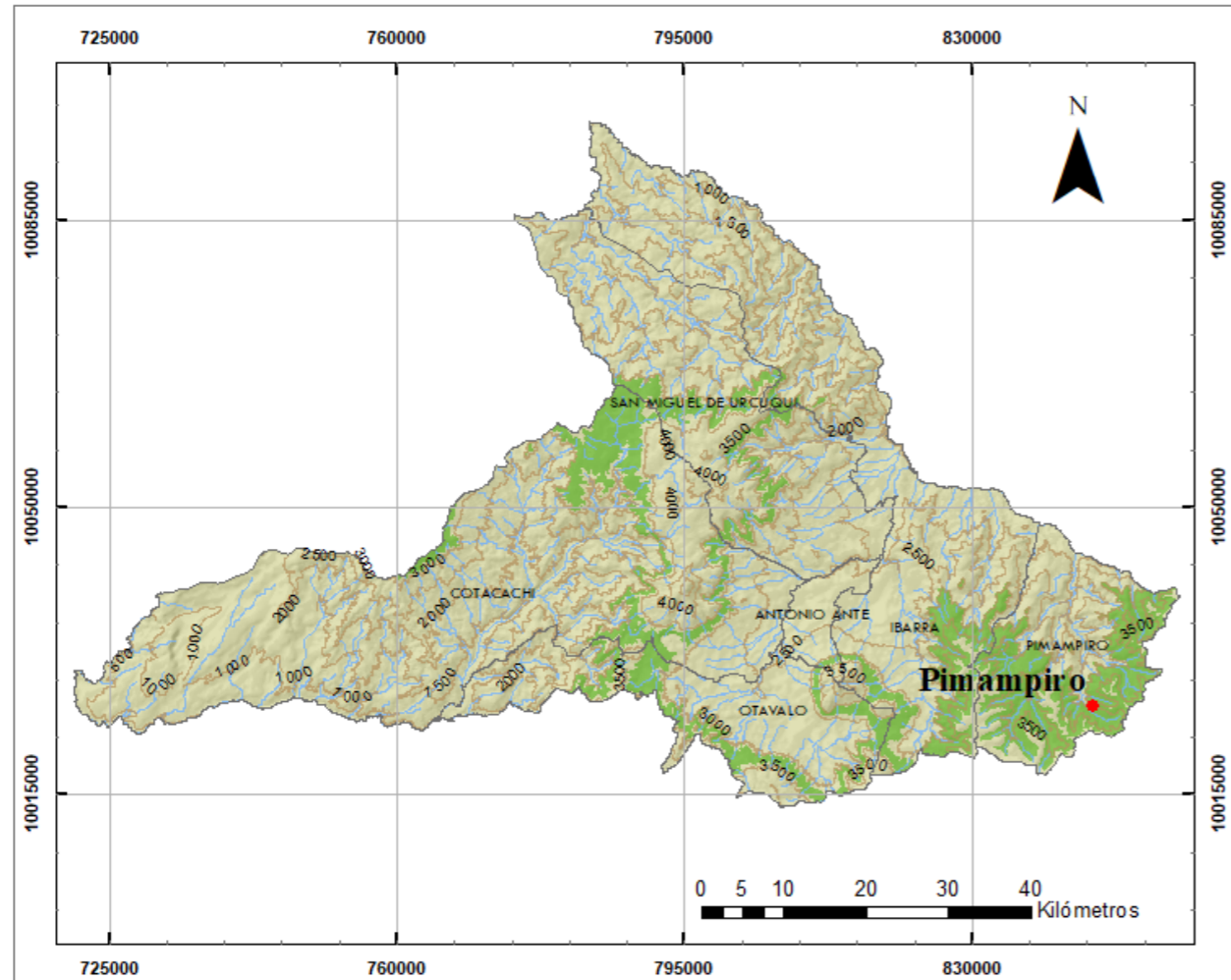
Mapa 3: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas en los proyectos de restauración de Imbabura

Piso bioclimático

Tipo de ecosistema

Escala 1:750,000

Escala 1:750,000



Leyenda

Montano alto

Simbología

- Proyectos de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones

Localización en Ecuador

Escala: 1:15,000,000



Leyenda

Bosque siempreverde montano alto

Simbología

- Proyectos de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
 Facultad de Ciencias Humanas
 Escuela de Ciencias Geográficas

Contiene:
 Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistema en los proyectos de restauración ecológica de Imbabura

Elaborado por: Karla Aguilera **Revisado por:** Ph.D. Sheila Aragundi

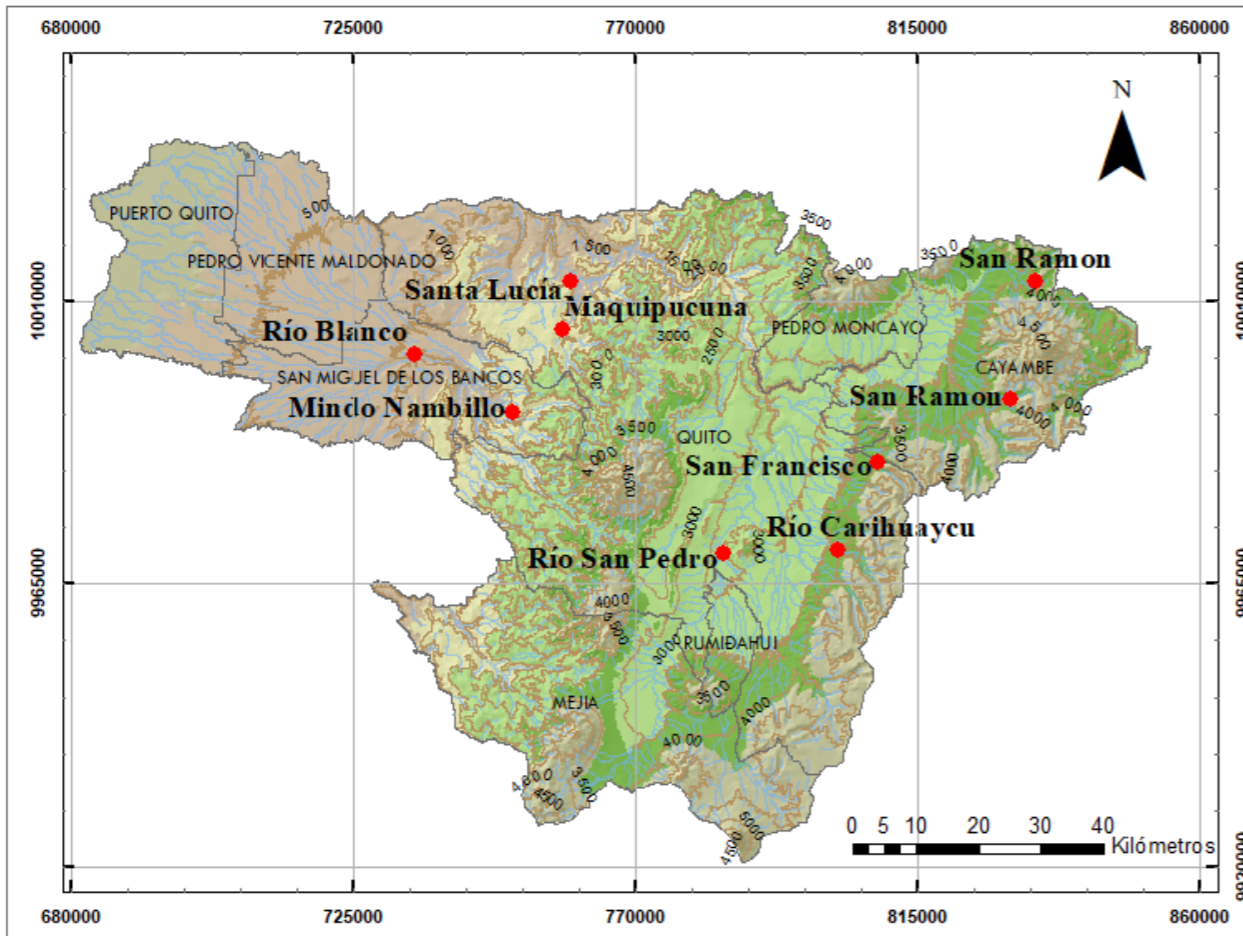
Fuente:
 Sistema Nacional de Información (SNI), Geoportal IGM, Sistema Único de Información Ambiental (SUIA)

Mapa N°: 3	Proyección: UTM	Datum: WGS84	Zona: 17 Sur	Fecha: 19/02/2018
-------------------	------------------------	---------------------	---------------------	--------------------------

Mapa 4: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas en los proyectos de restauración de Pichincha

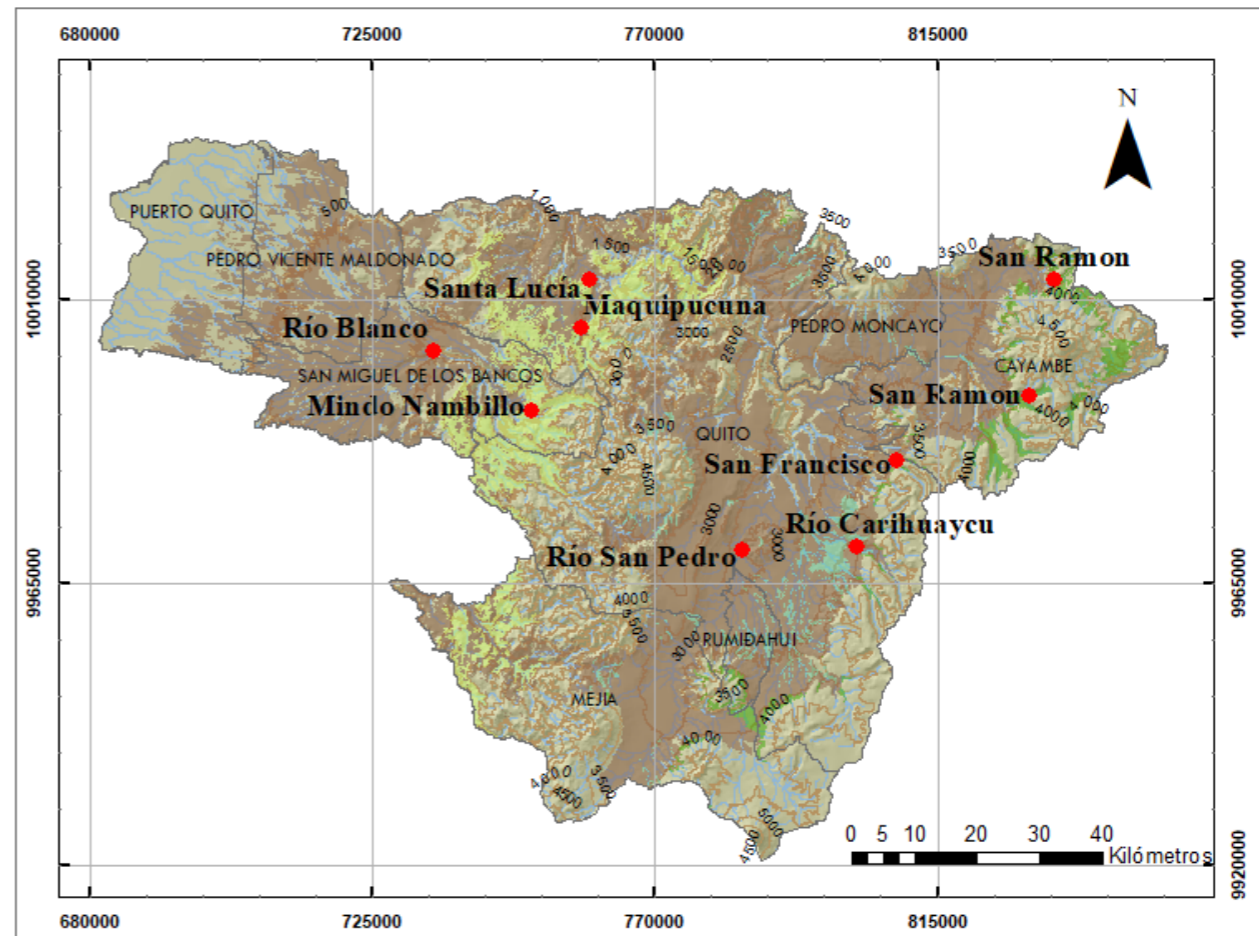
Pisos bioclimáticos

Escala 1:1,000,000



Tipo de ecosistemas

Escala 1:1,000,000



Leyenda

- Piemontano
- Montano bajo
- Montano
- Montano alto

Simbología

- Proyectos de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones

Localización en Ecuador

Escala: 1:15,167,699



Leyenda

- Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes
- Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes
- Herbazal del Páramo
- Intervención

Simbología

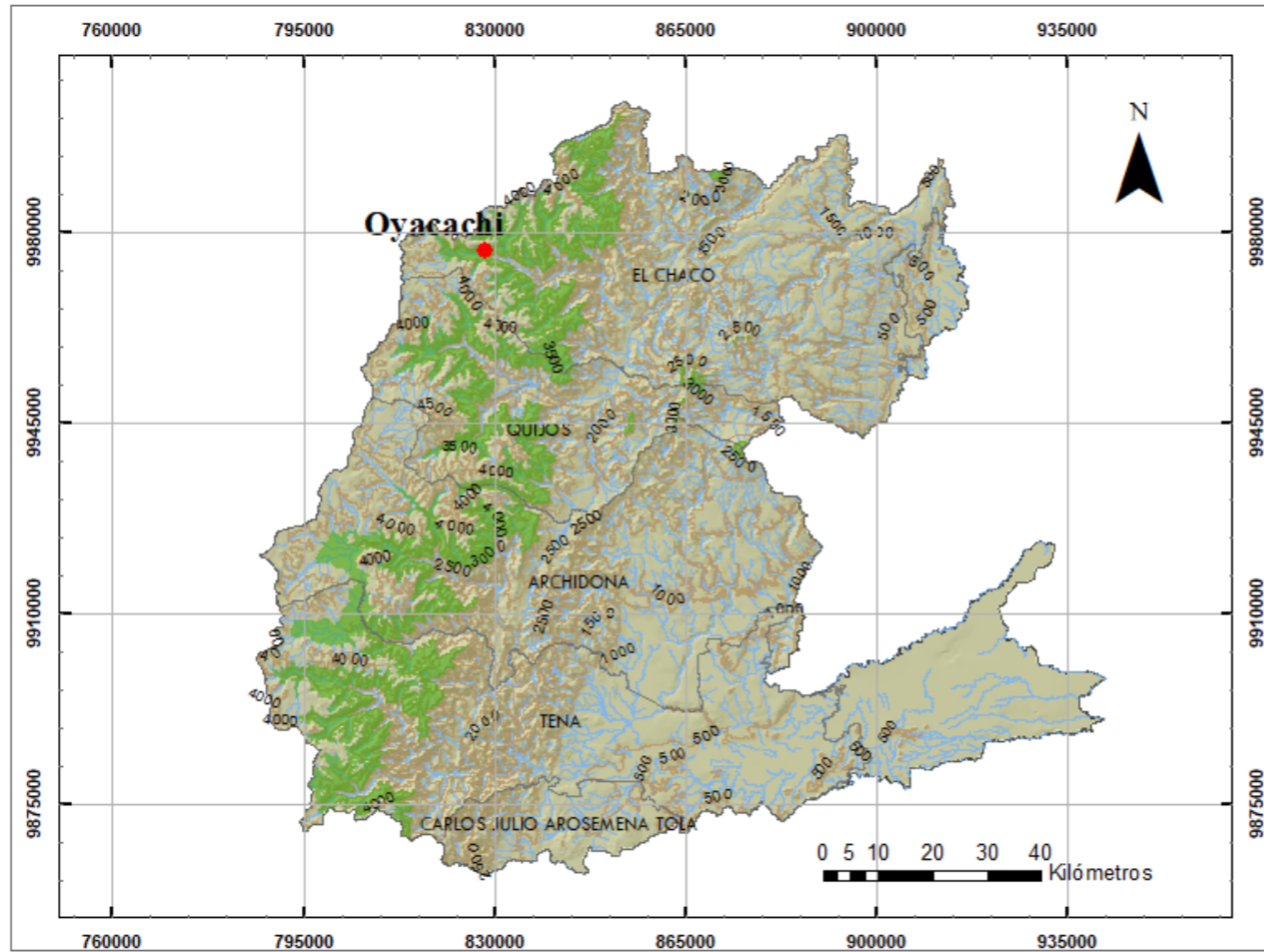
- Proyectos de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones

 Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Ciencias Humanas Escuela de Ciencias Geográficas				
Contiene: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistema en los proyectos de restauración ecológica de Pichincha				
Elaborado por:	Revisado por:			
Karla Aguilera	PhD. Shelia Aragundi			
Fuente:				
Sistema Nacional de Información (SNI), Geoportál IGM, Sistema Único de Información Ambiental (SUIA)				
Mapa N°:	Proyección:	Datum:	Zona:	Fecha:
4	UTM	WGS84	17 Sur	19/02/2018

Mapa 5: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas en los proyectos de restauración de Napo

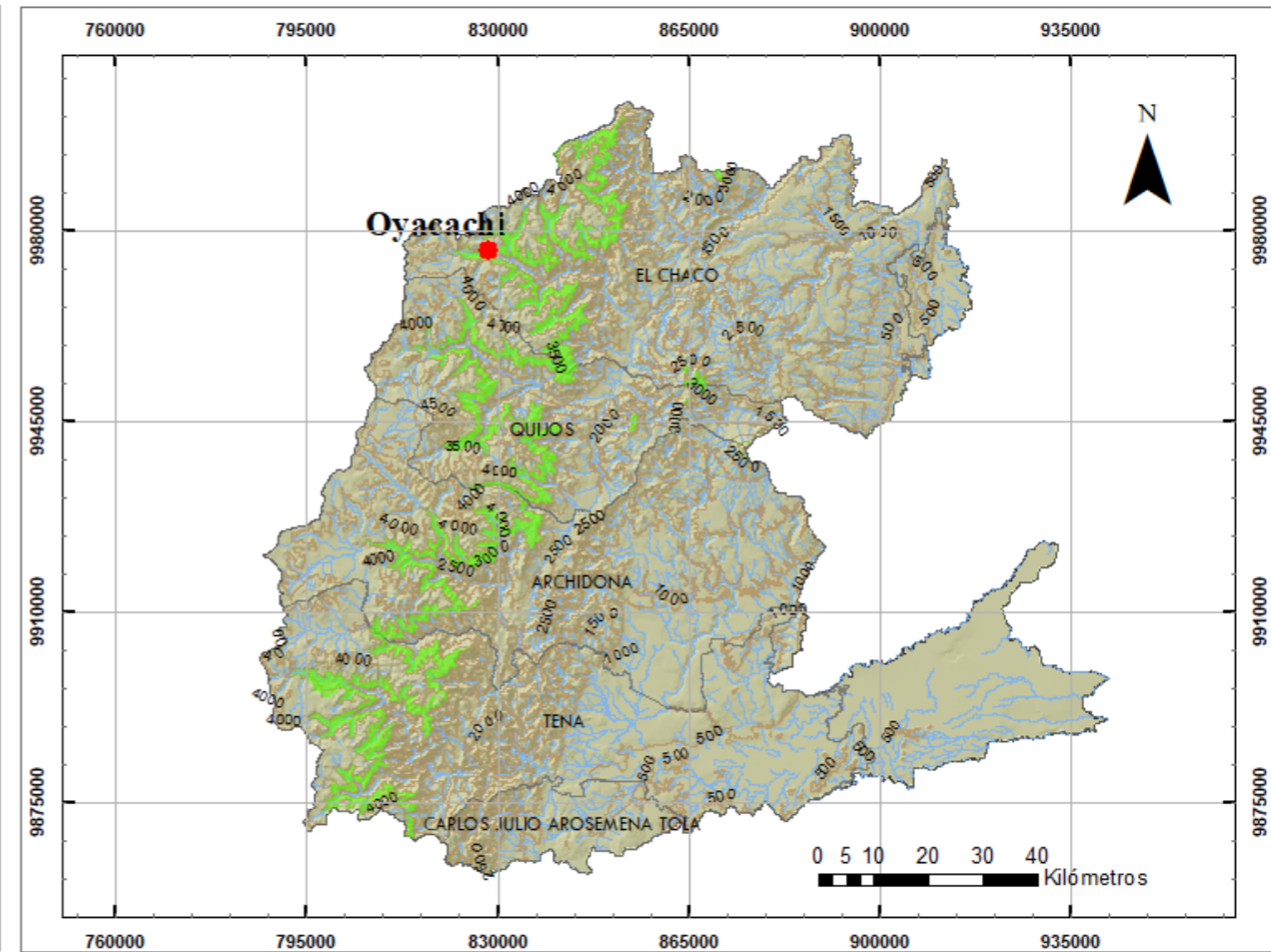
Pisos bioclimáticos

Escala 1:1,150,000



Tipo de ecosistemas

Escala 1:1,150,000



Leyenda

Montano alto

Simbología

- Proyectos de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones

Localización en Ecuador

Escala: 1:1,150,000



Leyenda

Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes

Simbología

- Proyectos de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Ciencias Geográficas

Contiene:
Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistema en los proyectos de restauración ecológica de Napo

Elaborado por: Karla Aguilera
Revisado por: Ph.D. Sheika Aragundi

Fuente:
Sistema Nacional de Información (SNI), Geoportal IGM, Sistema Único de Información Ambiental (SUIA)

Mapa N°: 5	Proyección: UTM	Datum: WGS84	Zona: 17 Sur	Fecha: 19/02/2018
---------------	--------------------	-----------------	-----------------	----------------------

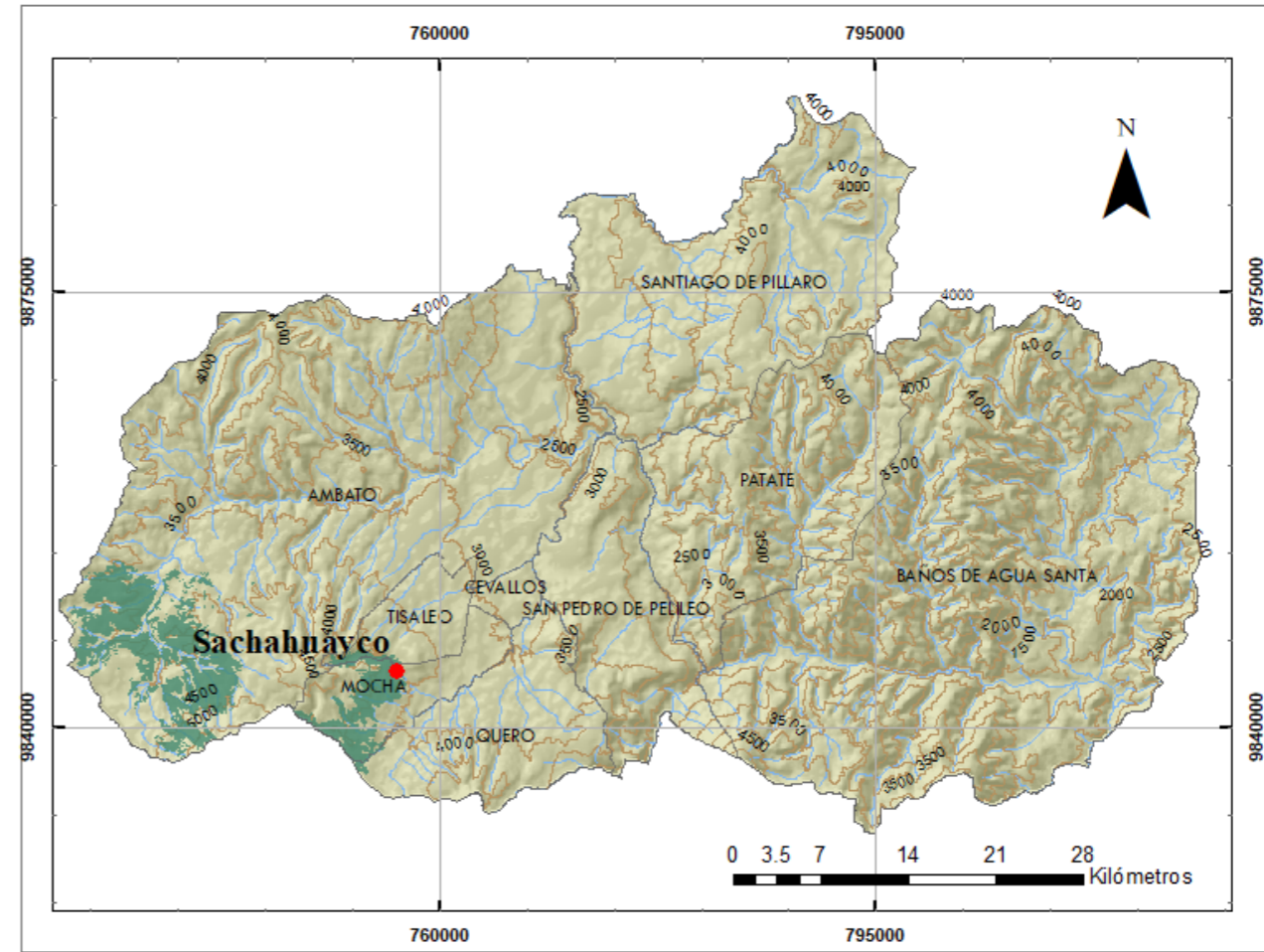
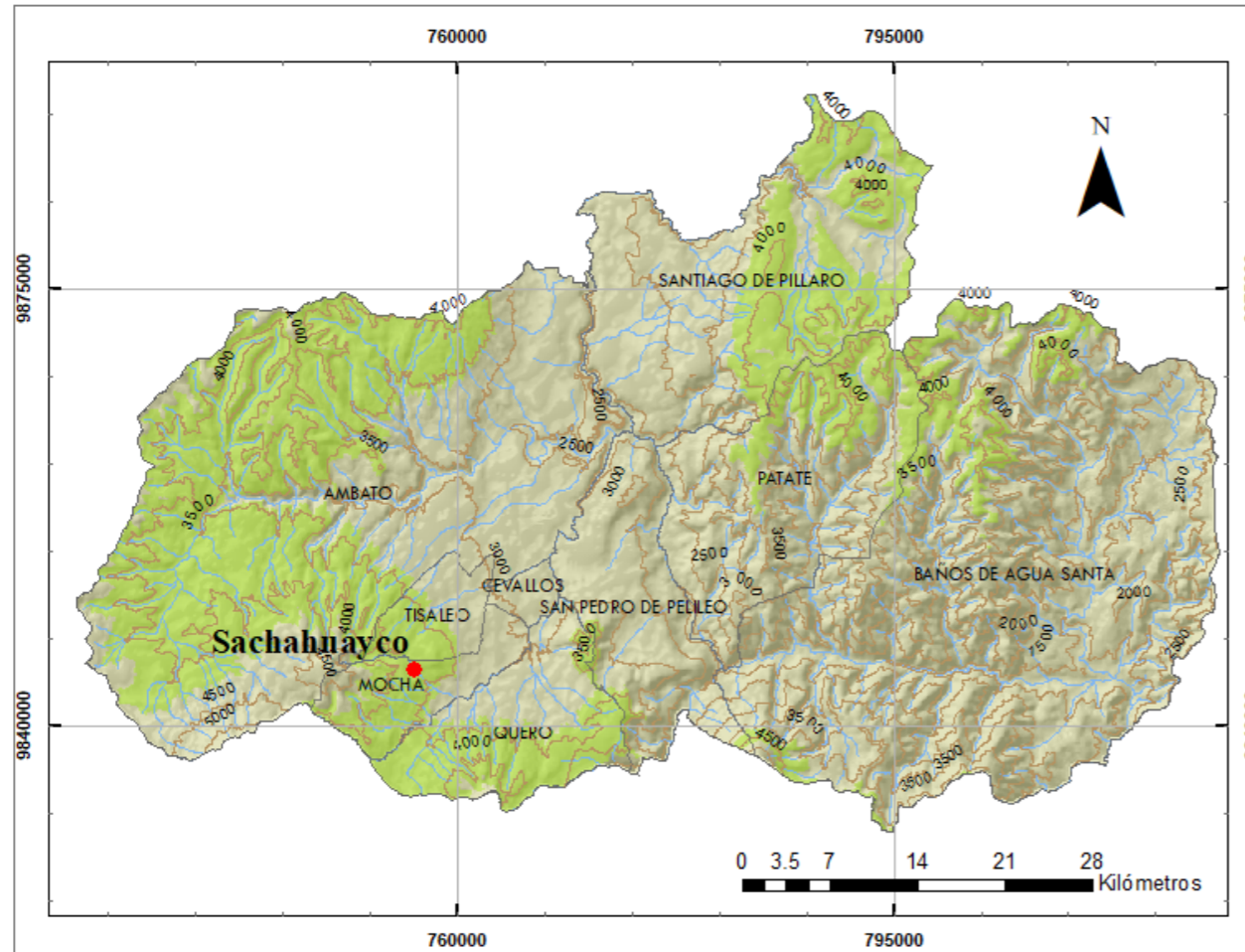
Mapa 6: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas de los proyectos de restauración en Tungurahua

Pisos bioclimáticos

Tipo de ecosistemas

Escala 1:500,000

Escala 1:500,000



Leyenda

Montano alto superior

Simbología

- Proyectos de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones

Localización en Ecuador

Escala: 1:13,231,419



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
 Facultad de Ciencias Humanas
 Escuela de Ciencias Geográficas

Contiene:
 Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistema en los proyectos de restauración ecológica de Tungurahua

Elaborado por: Karla Aguilera
Revisado por: Ph.D. Sheika Aragundi

Fuente:
 Sistema Nacional de Información (SNI), Geoportal IGM, Sistema Único de Información Ambiental (SUIA)

Mapa N°: 6	Proyección: UTM	Datum: WGS84	Zona: 17 Sur	Fecha: 19/02/2018
----------------------	---------------------------	------------------------	------------------------	-----------------------------

Leyenda

Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo

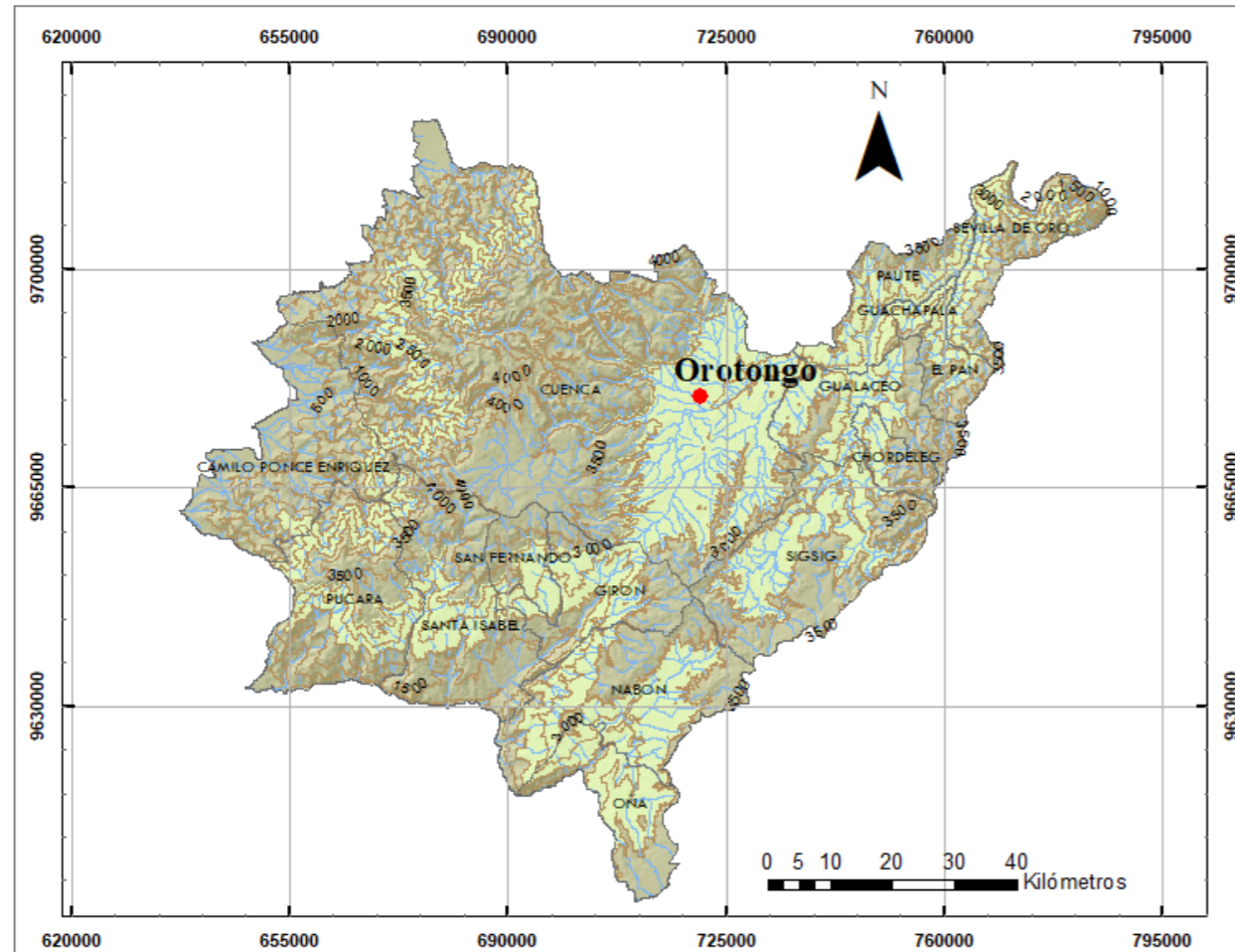
Simbología

- Proyectos de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones

Mapa 7: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas en los proyectos de restauración de Azuay

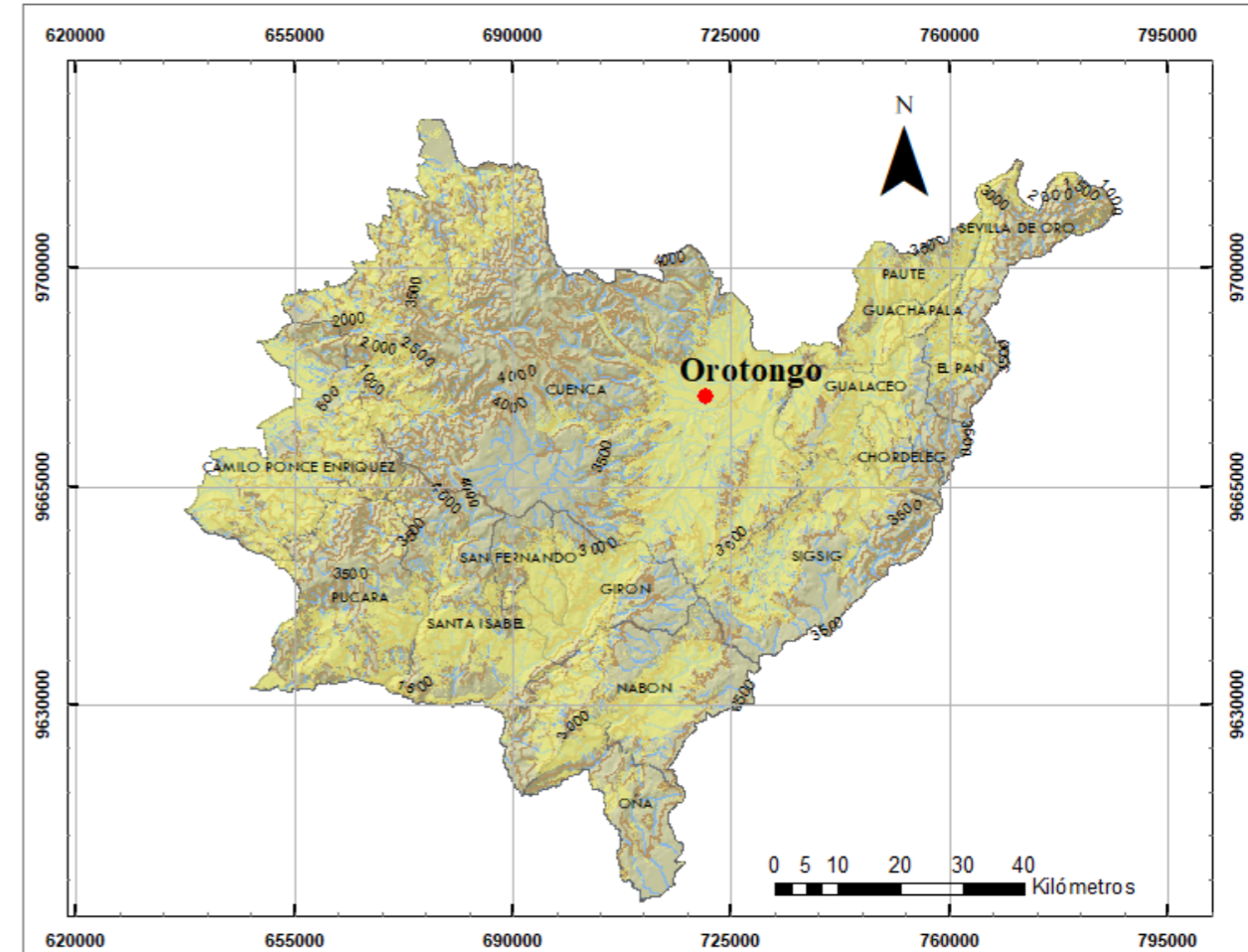
Pisos bioclimáticos

Escala 1:1,000,000



Tipo de ecosistemas

Escala 1:1,000,000



Leyenda

Montano

Simbología

- Proyectos de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones

Localización en Ecuador

Escala: 1:12,500,000



Leyenda

Intervención

Simbología

- Proyectos de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Ciencias Geográficas

Contiene:
Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistema en los proyectos de restauración ecológica de Azuay

Elaborado por:
Karla Aguilera

Revisado por:
PhD. Sheila Aragundi

Fuente:
Sistema Nacional de Información (SNI), Geoportal IGM, Sistema Único de Información Ambiental (SUIA)

Mapa N°: 7	Proyección: UTM	Datum: WGS84	Zona: 17 Sur	Fecha: 19/02/2018
---------------	--------------------	-----------------	-----------------	----------------------

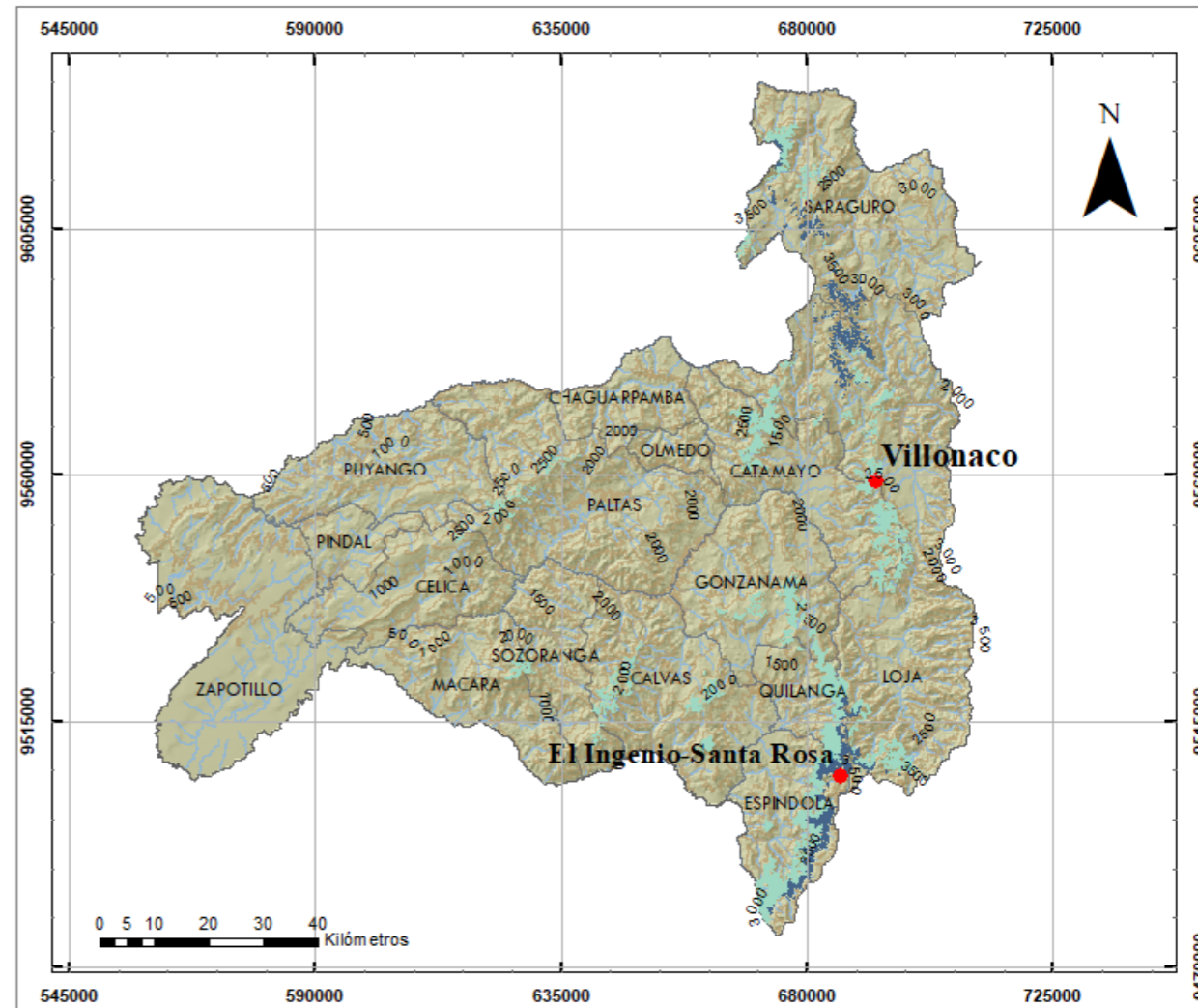
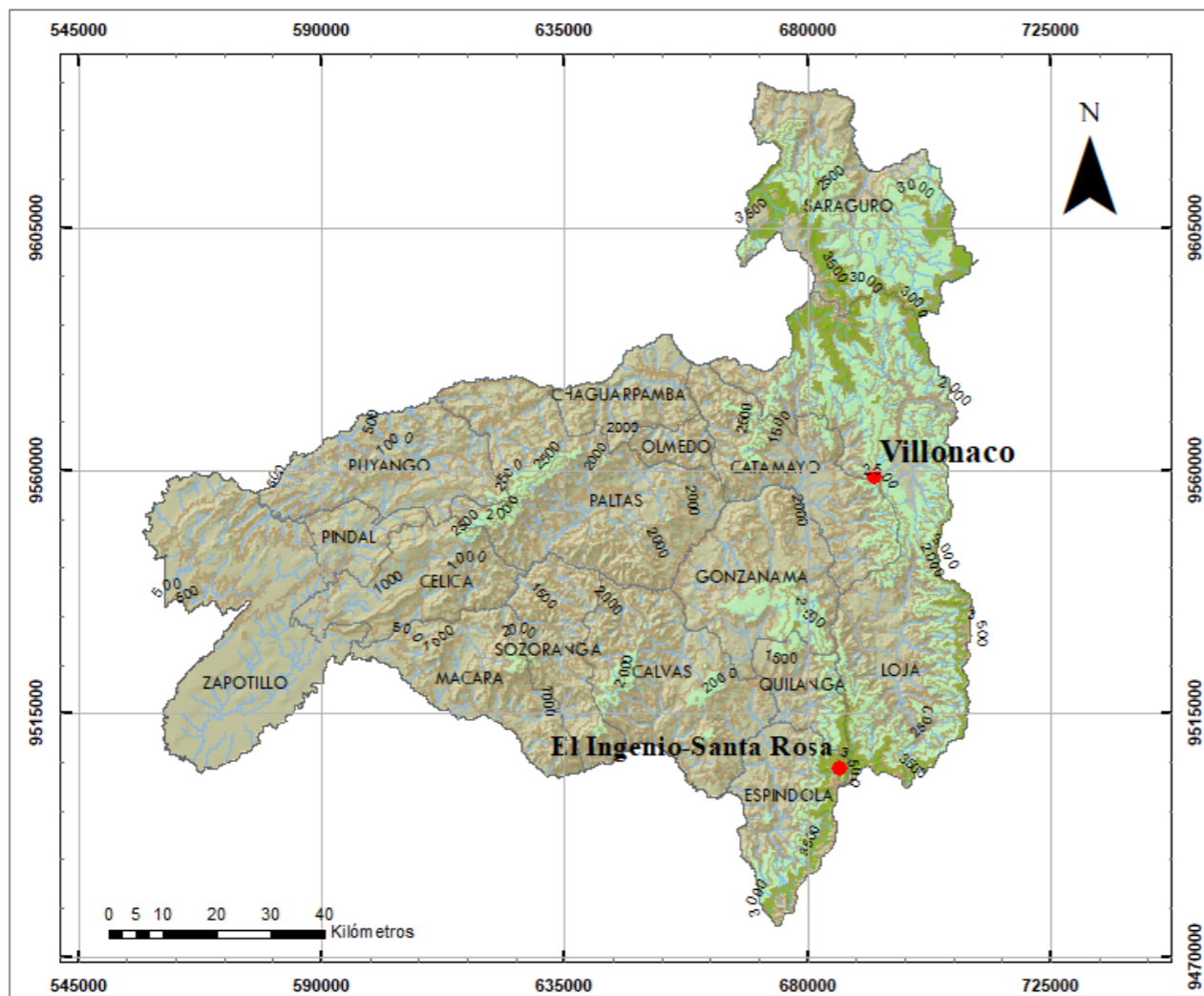
Mapa 8: Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistemas en los proyectos de restauración de Loja

Piso bioclimático

Tipo de ecosistema

Escala 1:1,110,000

Escala 1:1,110,000



Leyenda

- Montano alto
- Montano

Simbología

- Proyectos de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones

Localización en Ecuador

Escala: 1:15,000,000

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Ciencias Geográficas

Contiene:
Pisos bioclimáticos y tipo de ecosistema en los proyectos de restauración ecológica de Loja

Elaborado por: Karla Aguilera **Revisado por:** Ph.D. Sheila Amigundi

Fuente:
Sistema Nacional de Información (SNI), Geoportál IGM, Sistema Único de Información Ambiental (SUIA)

Mapa N°: 10	Proyección: UTM	Datum: WGS84	Zona: 17 Sur	Fecha: 29/02/2018
--------------------	------------------------	---------------------	---------------------	--------------------------

Leyenda

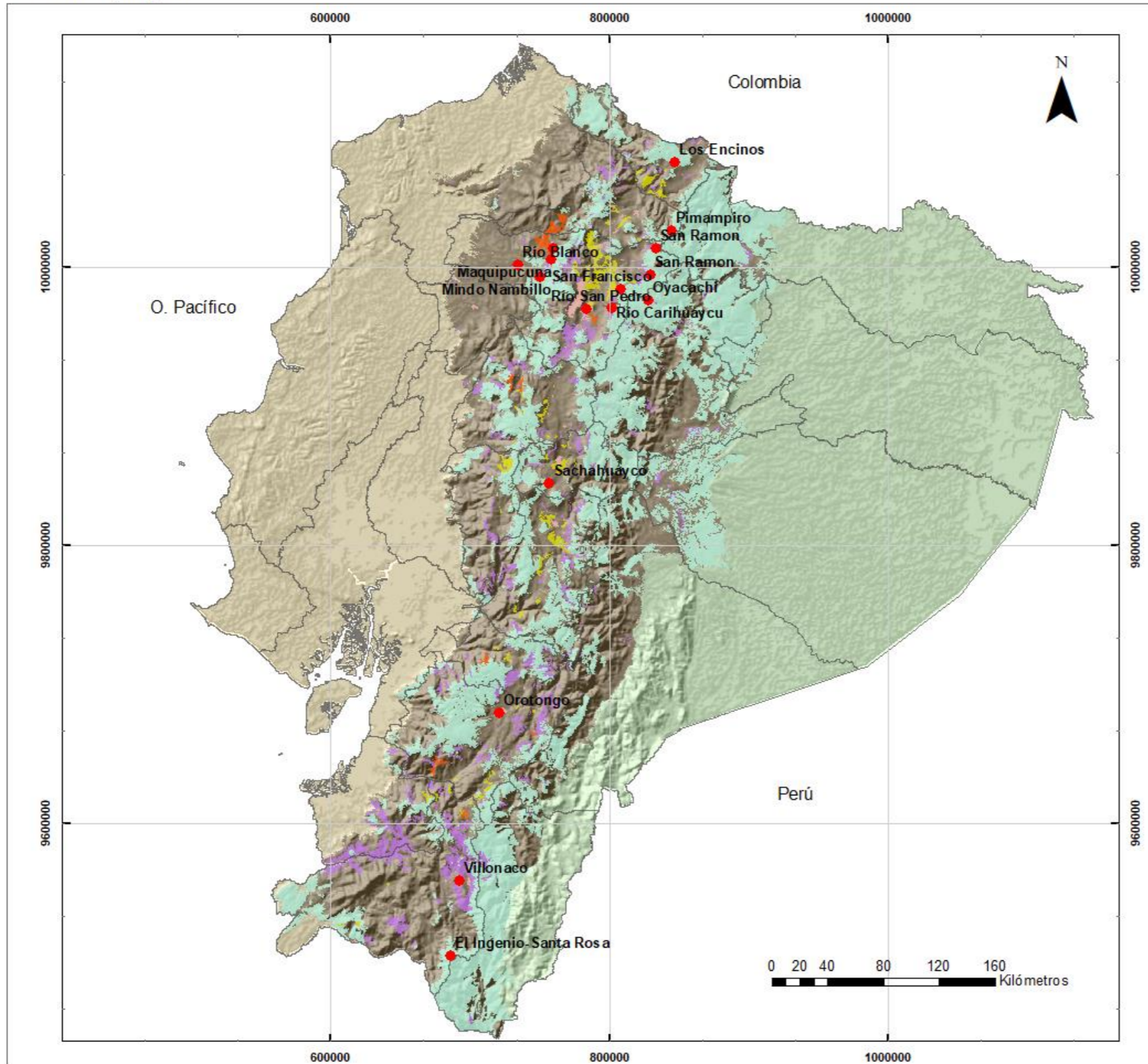
- Bosque siempreverde montano del Catamayo-Alamor
- Bosque siempreverde montano alto del Catamayo-Alamor

Simbología

- Proyectos de restauración
- Curvas de nivel
- Ríos
- Cantones

Mapa 9: Mapa de uso actual del suelo en los proyectos de restauración en el Ecuador

Escala 1:3,000,000



Leyenda

Uso del suelo

- Agrícola
- Agrícola, conservación y protección
- Antrópico
- Conservación y protección
- Pecuario

Región

- Litoral
- Andes
- Amazonía

Simbología

- Proyectos de restauración
- Límite provincial



Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Ciencias Humanas Escuela de Ciencias Geográficas				
Contiene: Uso del suelo en los proyectos de restauración ecológica				
Elaborado por: Karla Aguilera		Revisado por: PhD. Sheila Aragundi		
Fuente: Sistema Nacional de Información (SNI), Geoportal IGM, Sistema Único de Información Ambiental (SUIA)				
Mapa N°: 9	Proyección: UTM	Datum: WGS84	Zona: 17 Sur	Fecha: 19/02/2018

CONCLUSIONES

La restauración ecológica nace en los años 90's en un contexto de respuesta frente a la crisis que empiezan a experimentar los ecosistemas y se convierte en la ciencia de la recuperación del hábitat y de la biodiversidad y en un medio para la conservación. Aunque en sus inicios el enfoque de esta práctica fue netamente ecocéntrico, años más tarde se reconoció el rol de los seres humanos como parte del ecosistema y, por tanto, la influencia del interés humano al establecer los objetivos de restauración. Es decir, se pasó de un enfoque ecocéntrico a un enfoque utilitarista de la naturaleza. La restauración ecológica, con amplios fundamentos teóricos y prácticos, ha sido aceptada a nivel mundial formando parte de políticas de carácter vinculante de varios países, entre ellos Ecuador, que cuenta con una estrategia nacional para la restauración. En el país, sin embargo, pese a la existencia del Plan Nacional de Restauración Forestal no existe un documento, a manera de un protocolo estándar, que guíe y norme esta práctica, por lo que se hace difícil el análisis y comparación entre proyectos. Países de Latinoamérica como Colombia y Brasil tienen instituciones bien consolidadas, que además de funcionar como el sitio en donde se agrupan todas las iniciativas de restauración de un país, permiten el intercambio de conocimientos y abren paso a la discusión y mejora continua. En el Ecuador se hace notoria la falta de una institución con la finalidad de que guíe, asista, monitoree y evalúe el desarrollo de esta práctica en el país.

La restauración ecológica y los temas relacionados al ambiente deberían ser abordados desde el sector académico, comunitario, privado y gubernamental para asegurar el monitoreo y la gestión adaptativa de los mismos y un idóneo desenvolvimiento de estrategias y actividades pertinentes. Si la restauración ecológica es exclusiva responsabilidad del estado, se corre el riesgo de que, en lugar de garantizar la salud ambiental, la conservación de los recursos y el bienestar de la población, solamente se busque cumplir en papel con acuerdos y tratados internacionales vinculantes. A la fecha, el Ministerio del Ambiente no cuenta con una evaluación del Plan y no se dispone de información sobre los lugares exactos en donde se hizo restauración.

A través de la búsqueda realizada en esta disertación, se encontraron trece proyectos sobre restauración ecológica en la Región Andina, con una superficie total de 17,638.73 ha. La mayoría de proyectos se han llevado a cabo en la provincia de Pichincha (8 proyectos). La fecha más antigua data del año 2008 con el Plan de Manejo del Parque Nacional Cayambe-

Coca. Indistintamente los proyectos se encuentran en tierras públicas, privadas y comunitarias y solamente 3 proyectos han sido promovidos por el sector público, los 10 restantes son iniciativas de investigación de universidades.

En cuanto a la distribución espacial de los proyectos, en la provincia de Pichincha se localizaron nueve parcelas de restauración, en la provincia de Loja dos parcelas y en las provincias de Carchi, Imbabura, Napo, Tungurahua y Azuay, una parcela respectivamente. En el piso bioclimático montano se registraron tres esfuerzos de restauración; tres en el montano bajo; siete en el montano alto; dos en el montano alto superior y uno corresponde a área de intervención. Y, por último, con respecto al uso del suelo, la mayor parte de parcelas de restauración se encuentra en áreas de 1) conservación y protección (siete parcelas) y 2) de uso pecuario (seis parcelas).

RECOMENDACIONES

Que la información que se genera en torno a las prácticas de restauración, para que pueda ser analizada y comparada entre proyectos, se reporte en un formato estándar. Y, que tanto los protocolos para llevar a cabo esta práctica como los formatos de reporte de información sean emitidos por una institución encargada de abordar específicamente este ámbito, de tal forma que pueda guiar, asistir, monitorear y evaluar las prácticas de restauración en el país.

Que las prioridades en cuanto a sitios que deben ser restaurados, presupuestos y ejecución sean determinados por un comité científico, independiente de los intereses del gobierno de turno.

Por otro lado, tomando el artículo de (Geldmann et al., 2013): *Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines*, ciertas recomendaciones pueden ser acogidas. Este artículo señala que se debe adoptar un enfoque más experimental para la ejecución de actividades, analizando siempre la relación entre las intervenciones que se hace y los resultados que se mide; tanto el intercambio como la publicación de los datos debe hacerse en un formato estandarizado de tal forma que puedan ser utilizados por todos los estudios; sugiere llevar un sistema de control antes y después de las intervenciones y por último sugiere reducir la brecha entre profesionales de la conservación y procesos políticos e ir más allá de estudios que demuestren lo que funciona a “cuando” y “por qué funcionan” para de esta forma poder medir la efectividad de las prácticas y de la gestión que se lleva a cabo para alcanzar los resultados propuestos (Geldmann et al., 2013).

ANEXOS

ANEXO 1. Proyectos de restauración ecológica fuera de los Andes

Número	Nombre del Proyecto	Fecha	Responsables
1	Corredores biológicos como una estrategia de conservación: el caso del Corredor de Conservación Llanganates– Sangay, Ecuador	2014	Monografía PUCE, Quito. Carlos Fierro
2	Plan Piloto de Restauración del Bosque Seco Tropical Alterado por la Minería en el Bosque Protector Cerro Blanco, parroquia Chongón, provincia del Guayas, Ecuador		Grupo Holcim
3	Estrategia de Restauración Ambiental del Río Coca	2014	Henry Ojeda Hidalgo, Universidad de Valencia
4	Plan de restauración de un campamento petrolero abandonado dentro del parque nacional Yasuní, Ecuador		REPSOL
5	Plan de restauración de los manglares en Puerto Villamil Isla Isabela – Galápagos		Máster en biodiversidad de áreas tropicales y su conservación, Luis Espinoza y Edison Lomas
6	Recuperación de especies de plantas nativas y endémicas en Galápagos: el vivero como herramienta clave en procesos de restauración ecológica	2011-2012	Xavier López, Danny Rueda
7	Restauración ecológica de los manglares en la Costa del Ecuador		Maestría en Ecología de la Universidad San Francisco de Quito, Ronald Reese
8	Caracterización estructural y propuesta de restauración del bosque nativo de la comuna el Pital, zona de amortiguamiento del Parque Nacional Machalilla	2014	Universidad de Pinar del Río, Cuba Ing., Cristóbal Cantos
9	Plan de monitoreo de biodiversidad para la restauración de los corredores biológicos en la provincia de Manabí	2017	The Rufford foundation
10	Proyecto piloto de la academia amazónica para la restauración ecológica	2011	The Rufford foundation
11	Proyecto de revegetación/restauración en Bahía de Caraquez	2012	The Rufford foundation
12	Análisis de conectividad del hábitat del tapir (<i>Tapirus pinchaque</i>) HABITAT DEL TAPIR (<i>Tapirus pinchaque</i>) Y PROPUESTAS PARA LA restauración de su habitat dentro del micro corredor podocarpus - yacuambi	2013	Universidad de Alcalá Gabriela Viteri
13	Uso sostenible del suelo de un paisaje amazónico (Zamora Chinchipe) en un contexto de REDD+: Fase Inicial de restauración.	2014	Universidad Técnica Particular de Loja

ANEXO 2. Pedido y respuesta de Información del MAE

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Ciencias Humanas
Escuela de Ciencias Geográficas

PUCE

Dra. Sheika Aragundi León
Torre 2, Piso 12, Oficina 3208
Campus PUCE
T. 593 2991 00 ext. 3247
@ saragundi@puce.edu.ec

Quito, Viernes 24 de Marzo de 2017

Sr. MSc. Walter García Cedeño
MINISTRO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR
MINISTERIO DEL AMBIENTE
En su despacho

Señor Ministro,

Conocedora de la información trascendental que el Ministerio del Ambiente (MAE) ha generado en materia Restauración Forestal y Reforestación en el Ecuador, y acogiendo como corresponde a los requerimientos para entrega de información que solicita la prestigiosa institución que usted coordina, me dirijo a usted para solicitarle por favor disponga se nos facilite la información que abajo se detalla para la realización del proyecto de investigación sobre "Evaluación del Estado del Arte de la Restauración Ecológica en los Andes Ecuatorianos hasta el año 2016" por parte de la Srta. Karla Aguilera Albán CC. 0503892004, estudiante (bajo mi dirección) de la carrera de Geografía y Medio Ambiente de la Escuela de Ciencias Geográficas de la PUCE Quito.

Información requerida:

1. Modelo de Áreas Potenciales para Restauración Forestal en el Ecuador, en documento de elaboración y cobertura vector en formato *.shp
2. Modelo de Áreas Prioritarias para Restauración en el Ecuador, en documento de elaboración y cobertura vector en formato *.shp
3. Documento que sistematiza los proyectos/intervenciones/experiencias de Restauración Forestal en el Ecuador y la cobertura vector en formato *.shp de estos.


Por su amable consideración anticipo mi agradecimiento,

S. ARAGUNDI
Dra. Sheika Aragundi León
PROFESORA PRINCIPAL / INVESTIGADORA
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS
PUCE- Quito
1709186090

MINISTERIO DEL AMBIENTE
SECRETARÍA GENERAL
24 MAR 2017 10:46
DOCUMENTO RECIBIDO
CON AMBIENTE
SIN ANO 2017

Av. 12 de Octubre 1076 y Ramón Roca
Apartado postal 17-01-2384
Telf. (593) 2 299 17 00 ext. 3164
Quito - Ecuador www.puce.edu.ec

70 ANIVERSARIO
PUCE





Oficio Nro. MAE-SPN-2017-0285-O

Quito, 04 de abril de 2017

Asunto: Respuesta a la solicitud de información de zonas potenciales y prioritarias para reforestación del PNRF.

Doctora
Sheika Maharani Aragundi León
Profesora Principal / Investigadora Escuela de Ciencias Geográficas Puce-quito
PUCE (FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS)
En su Despacho

De mi consideración:

Para su conocimiento y en atención al solicitud por parte de Dra. Sheika Aragundi León, Profesora Principal/Investigadora de la Escuela de Ciencias Geográficas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de fecha 24 de marzo de 2017. En el que solicita información formato shapefile del programa de Restauración Forestal con fines de Conservación de Cuencas Hídricas del Ministerio del Ambiente, tengo a bien informarle que según el pedido de:

- *"Modelo de áreas potenciales para Restauración Forestal en el Ecuador, en documentos de elaboración y cobertura vector en formato *.shp"*.

El modelamiento espacial que realizó el Ministerio del Ambiente fue una escala 1:250000 (anexo 1 del acuerdo interministerial entre MAE y MAGAP "Normas para la zonificación de tierras para forestación y reforestación, Título II DE LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS PARA ZONIFICAR TIERRAS PARA FORESTACIÓN Y REFORESTACIÓN, Art. 3", la cual no se ajusta a la escala a detalle parroquial que maneja actualmente el PNRF, por lo cual esta información no puede ser compartida hasta realizar un ajuste de escalas.

- *"Modelo de áreas prioritarias para restauración en el Ecuador; en documento de elaboración y cobertura vector en formato *.shp."*

El Ministerio del Ambiente se encuentra en proceso de evaluación de esta información, por lo cual una vez finalizado y valorado se procederá dentro de los parámetros técnicos a liberarlo a través de la página web <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/portal/>, perteneciente a la Dirección de Información Seguimiento y Evaluación DISE de esta Cartera de Estado.

Atentamente,

Recibido 5 Abril

ANEXO 2. Ubicación de Proyectos que no presentaron coordenadas de ubicación

1. Los Encinos

Búsqueda en Google Earth e importación del punto al ArcMap.

El proyecto señala que la Estación Científica Los Encinos, está ubicada al norte el Ecuador en la provincia del Carchi, el sector de San Jerónimo, se localizó un punto en la parroquia con ese Nombre.



2. Río Blanco

Búsqueda en Google Earth e importación del punto al ArcMap.

El Recinto Río Blanco se encuentra en la provincia de Pichincha, en el cantón San Miguel de los Bancos



3. Mindo -Nambillo

Búsqueda en Google Earth e importación del punto al ArcMap



4. Santa Lucía y Maquipucuna

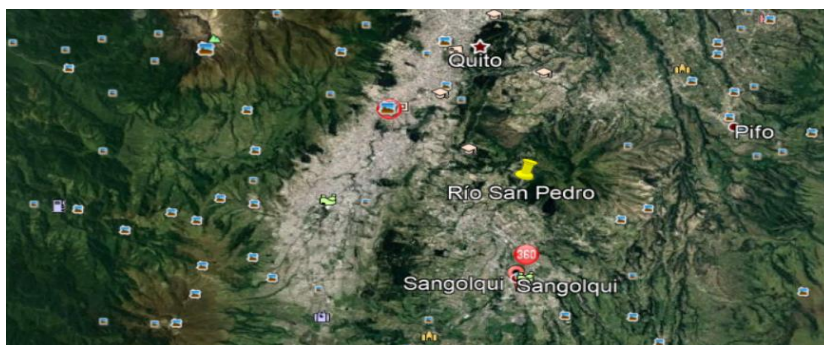
Búsqueda en Google Earth e importación del punto al ArcMap.

La reserva privada Maquipucuna y en la reserva comunitaria Santa Lucía se encuentran al nor-occidente de la provincia de Pichincha



5. Río San Pedro

Búsqueda en Google Earth e importación del punto al ArcMap.



6. Río Carihuaycu

Búsqueda en Google Earth e importación del punto al ArcMap. El Río Carihuaycu se encuentra en la parroquia Pifo



7. El Ingenio-Santa Rosa

Búsqueda en Google Earth e importación del punto al ArcMap en base al siguiente mapa que se encuentra en el texto



Figura 1. Mapa de ubicación del bosque ABVP des estudio en la provincia de Loja, Ecuador.



ANEXO 3. Descripción de los ecosistemas en los que se han llevado a cabo los proyectos de restauración, resumido del Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013).

Tipo de ecosistema	Descripción breve	Fisonomía	Bioclima	Biogeografía	Piso bioclimático	Fenología	Geoforma	Inundabilidad
Rosetal caulescente y herbazal de páramo (frailejones)	Vegetación de 1-3 m de altura, en el paisaje dominan caulirrosuletos de hasta 10 m junto con matorrales y gramíneas. Está ubicado en llanuras de depósitos glaciares, morrenas asentadas sobre cubetas glaciares y formas estructurales como crestas. Suelos de permeabilidad media con porosidad intergranular, lo que facilita el flujo de agua a través del suelo.	Arbustal, fisonomía particular: rosetal caulescente (frailejonal)	Pluvial, Ombrotipo: húmedo-hiperhúmedo	Región: Andes, Provincia: Andes del Norte, Sector: Páramo	Montano alto y Montano alto superior (3350-4100 msnm). Termotipo: supratropical, orotropical	Siempreverde	Relieve general: de montaña, Macrorelieve: Cordillera, Mesorelieve: Llanura subglaciar	No inundable
Bosque siempre verde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	Bosques bajos a medios con un dosel de 10 a 15 m de alto. Los árboles suelen ser de tronco grueso, en ocasiones es torcido y con raíces adventicias. Por lo general se encuentran en zonas de topografía accidentada y pendientes de muy inclinadas a escarpadas. Varias áreas se caracterizan por la dominancia de una o varias especies como en el caso de los bosques de Clusia y los bosques de Guandera, distribuidos entre los 3200 y 3300 msnm.	Bosque	Pluvial, Ombrotipo: húmedo-hiperhúmedo	Región: Andes, Provincia: Andes del Norte, Sector: Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	Siempreverde	Montano alto (3000-3700 msnm) Termotipo: supratropical inferior y superior	Relieve general: de montaña, Macrorelieve: Cordillera, Mesorelieve: Relieves montañosos, Edificios volcánicos, Colinas, Vertientes	No inundable
Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes	Bosques multi-estratificado. Por lo regular el dosel es cerrado y alcanza de 20 -30 m de altura y los árboles emergentes suelen superar los 35 m. Las poblaciones de palmas son comunes y se puede encontrar helechos arborescentes; la vegetación herbácea es densa dominada por helechos y aráceas mientras que la vegetación arbustiva es escasa con dominio de	Bosque	Pluvial, Ombrotipo: húmedo-hiperhúmedo	Región: Andes, Provincia: Andes del Norte, Sector: Cordillera Occidental de los Andes	Montano bajo (1400-2000 msnm), Termotipo: termotropical	Siempreverde	Relieve general: de montaña, Macrorelieve: Cordillera, Mesorelieve: Relieves montañosos, Edificios volcánicos,	No inundable

	Rubiaceae y Melastomataceae. Estos bosques ocurren en zonas constituidas por basaltos toleíticos y rocas volcánicas. El volcanismo intenso ha acumulado material de piroclastos y lahares que se relacionan con la cobertura de lapillis.						Colinas, Vertientes	
Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes	Es un ecosistema discontinuo que se ubica en quebradas y áreas de difícil acceso con pendientes de hasta 60°, en las vertientes internas y laderas occidentales montañosas húmedas de la cordillera de los Andes. Está compuesto de vegetación sucesional, la vegetación arbustiva es alta con un dosel abierto de aproximadamente 5 m y un sotobosque arbustivo que alcanza los 2 m.	Arbustiva y herbácea	Pluviestacional, Ombrotipo: húmedo	Región: Andes, Provincia: Andes del Norte	Montano (2000-3100 msnm), Termotipo: mesotropical	Siempreverde	Relieve general: de montaña, Macrorelieve: Cordillera, Valle Glaciar, Mesorelieve: Relieve montañoso, Terrazas, Llanura subglaciar	No inundable
Herbazal del páramo	Corresponde a un herbazal denso en el que dominan gramíneas amacolladas mayores a 50 cm de altura; abarca la mayor extensión de los ecosistemas de montaña en el Ecuador; extendiéndose en los Andes desde el Carchi hasta Loja. Es característico de piso montano alto superior y generalmente se encuentra en los valles glaciares, laderas de vertientes disectadas y llanuras subglaciares sobre los 3400 msnm. Los suelos corresponden al tipo andosol, ricos en materia orgánica. Estos ecosistemas tienen una capacidad excepcional de regulación hídrica. Este ecosistema tiene dominancia de los géneros Calamagrostis, Agrostis, Festuca, Cortaderia y Stipa, junto con parches de arbustos de los géneros Diplostephium, Hypericum y	Herbácea	Pluvial, Ombrotipo: hiperhúmedo	Región: Andes, Provincia: Andes del Norte, Sector: Páramo	Montano alto y montano alto superior (3400-4300 msnm N-2900-3900 msnm S), Termotipo: supratropical a orotropical	Siempreverde	Relieve general: de montaña, Macrorelieve: Cordillera, Valle Glaciar, Mesorelieve: Llanura subglaciar, Vertientes disectadas	No inundable

	Pentacalia, y una gran diversidad de hierbas en roseta, rastreras y diversas formas de vida.							
Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo	Son herbazales abiertos dominados por especies de los géneros Stipa, Senecio y Plantago; se encuentra en fondos de valles glaciares llamados Glacis y están asociados a efectos de sombra de lluvia, como en el flanco occidental del volcán Chimborazo (Sklenář y Balslev 2007). Son pocas las especies que resisten a las extremas condiciones climáticas en este ecosistema. La humedad es relativamente baja y existe fuerte erosión eólica. Las mayores extensiones de este ecosistema se encuentran en las provincias de Tungurahua, Chimborazo y al sur de Azuay. El sobre pastoreo afecta estas áreas, como consecuencia la vegetación se mantiene de tamaño muy pequeño y existe una alta cobertura de suelo desnudo.	Herbácea	Pluvial, Ombrotipo: húmedo	Región: Andes, Provincia: Andes del Norte, Sector: Páramo	Montano alto y montano alto (3500-4200 msnm N- 2900-3900 msnm S), Termotipo: supratropical, orotropical	Siempreverde	Relieve general: de montaña, Macrorelieve: Valle Glaciar, Mesorelieve: Glacis	No inundable
Bosque siempreverde montano del Catamayo-Alamor	Corresponden a bosques siempreverdes multi-estratificados con dosel que alcanza los 20 m de altura, el sotobosque es denso y la vegetación herbácea tiene dominancia de helechos, arbustos y árboles juveniles sobre cuyas ramas crecen briofitos y epífitas de bromelias, helechos y aráceas. Se encuentra en pendientes escarpadas y vertientes disectadas de inclinación fuerte y quebradas.	Bosque	Pluvial, Ombrotipo: húmedo, hiperhúmedo	Región: Andes, Provincia: Andes del Norte, Sector: Catamayo-Alamor	Montano (2200-2900 msnm N-2900-3900 msnm S), Termotipo: mesotropical	Siempreverde	Relieve general: de montaña, Macrorelieve: Cordillera, Mesorelieve: Vertientes disectadas	No inundable
Bosque siempreverde montano alto	vegetación es achaparrada con arbustos y arbolitos muy ramificados cubiertos por briofitos, líquenes y bromelias. El DAP, Diámetro a la	Bosque	Pluvial, Ombrotipo: húmedo, hiperhúmedo	Región: Andes, Provincia: Andes del	Montano alto (2900-3400 msnm),	Siempreverde	Relieve general: de montaña, Macrorelieve: Cordillera,	No inundable

del Catamayo- Alamor	Altura del Pecho de los árboles es de 10 a 20 cm, el sotobosque es denso y la vegetación herbácea está conformada por helechos, rubiáceas, gesneriáceas, bromélias y briofitas. Este bosque se encuentra en áreas pedregosas y de pendiente fuerte, en la zona de transición entre el bosque montano y el páramo.			Norte, Sector: Catamayo- Alamor	Termotipo: supratropical		Mesorelieve: Vertientes disectadas	
-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	------------------------------------------	-----------------------------	--	------------------------------------------	--

BIBLIOGRAFÍA

- Aber, J. D., & Jordan III, W. R. (1985). Restoration Ecology: An Environmental Middle Ground. *BioScience*, 35(7), 399. <https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.10.17>
- Acosta-Solís, M. (1984). *Los páramos andinos del Ecuador*. Publicaciones Científicas MAS.
- Aguirre, N., Brancalion, P., Herrera, F. F., Meli, P., Melo, F., Minaverri, C., ... Ramírez, W. (2017). Four approaches to guide ecological restoration in Latin America. *Restoration Ecology*, 25(2), 156–163. <https://doi.org/10.1111/rec.12473>
- Aronson, J., & Alexander, S. (2013). Ecosystem restoration is now a global priority: Time to roll up our sleeves. *Restoration Ecology*, 21(3), 293–296. <https://doi.org/10.1111/rec.12011>
- Baquero, F., Ganzenmuller, A., Rivera, B., Sáenz, M., & Riofrío, G. (2005). EVALUACIÓN ECORREGIONAL DE LA CORDILLERA REAL ORIENTAL : COMPONENTE TERRESTRE Pasos sugeridos en la evaluación ecorregional Recopilación y manejo de información.
- Beeby, A. (1993). *Applying Ecology*. London, UK.
- Clapperton, C. (1993). *Quaternary geology and geomorphology of South America*. *Quaternary geology and geomorphology of South America*. Retrieved from <http://www.scopus.com/scopus/inward/record.url?eid=2-s2.0-0027794945&partnerID=40&rel=R7.0.0>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Ciudad Alvaro: Asamblea Constituyente.*, 449(Principios de la participación Art.), 67. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- FAO. (2015). Restauración de bosques y paisajes. *Revista Internacional Sobre Bosques Y Actividades E Industrias Forestales*, 66(3), 110.
- Forman, R. T. T. (1995). Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions (1995). In *The Ecological Design and Planning Reader* (pp. 217–234). <https://doi.org/10.5822/978-1-61091-491-8>
- Geldmann, J., Barnes, M., Coad, L., Craigie, I. D., Hockings, M., & Burgess, N. D. (2013). Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. *Biological Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.02.018>
- GeoEnciclopedia. (2017). Cordillera de los Andes - Información y Características - Geografía. Retrieved November 7, 2017, from <http://www.geoenciclopedia.com/cordillera-de-los-andes/>
- Groom, M. J., Meffe, G. K., & Carroll, C. R. (2006). What is conservation biology? *Principles of Conservation Biology*, 35(11), 3–26. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(87\)90031-0](https://doi.org/10.1016/0169-5347(87)90031-0)
- Heindl, M., & Schuchmann, K. (1998). Biogeography, geographical variation and taxonomy of the Andean hummingbird genus *Metallura* GOULD, 1847. *Journal Fur Ornithologie*, 139(4), 425–473. <https://doi.org/10.1007/bf01653470>
- Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J., ... Cerra, M. (2014). *Los páramos Andinos ¿Qué Sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo*. UICN, Quito, Ecuador.
- Hooghiemstra, H., & Cleef, A. M. (1995). Pleistocene climatic change and environmental and generic dynamics in the north Andean montane forest and paramo. *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests*. Proc. symposium, New York Botanical Garden, 1993. <https://doi.org/urn:nbn:nl:ui:29-8482>

- International Development Advisory Services. (2003). ERDAS. Retrieved April 17, 2018, from http://www.idasnet.com/idas_site/idasnet_esp/idas_esp.htm
- International Union for Conservation of Nature. (2017). Acerca de la UICN | UICN. Retrieved November 29, 2017, from <https://www.iucn.org/es/acerca-de-la-uicn>
- Jackson, S. T. (2011). Ecological Restoration in the light of ecological history, 567(2009). <https://doi.org/10.1126/science.1172977>
- Jordan, W. R., & Lubick, G. M. (2011). Run-Up. In *Making Nature Whole* (pp. 25–35). Washington, DC: Island Press/Center for Resource Economics. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-042-2_2
- Jordan III, W. R., & Lubrick, G. M. (2011). *Making Nature Whole*. Washington, DC: Society for Ecological Restoration.
- Jørgensen, P. M., & León-Yáñez, S. (1999). Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.*, 75(i–viii), 1182.
- Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Cabrera, E., Chacón-Moreno, E., ... Tovar, A. (2009). Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. *Bolivia, Colombia, Ecuador, ...*, 100. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Ecosistemas+de+los+Andes+del+Norte+y+Centro#0>
- KC, S., & Lutz, W. (2017). The human core of the shared socioeconomic pathways: Population scenarios by age, sex and level of education for all countries to 2100. *Global Environmental Change*, 42, 181–192. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.004>
- Kessler, M. (2002). The elevational gradient of Andean plant endemism: Varying influences of taxon-specific traits and topography at different taxonomic levels. *Journal of Biogeography*, 29(9), 1159–1165. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2002.00773.x>
- Kessler, M., Herzog, S. K., Fjeldså, J., & Bach, K. (2001). Species richness and endemism of plant and bird communities along two gradients of elevation, humidity and land use in the Bolivian Andes. *Diversity and Distributions*, 7(1–2), 61–77. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2001.00097.x>
- Londoño, O. L., Maldonado, L. F., & Calderón, L. C. (2014). Guía para construir estados del arte. *International Corporation of Networks of Knowledge*, 1–39. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2012/1\).107.10](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2012/1).107.10)
- MAE. (2000). Libro III del régimen forestal del TULSMA, 55–55. Retrieved from <http://simce.ambiente.gob.ec/sites/default/files/documentos/anny/Libro III del régimen Forestal.pdf>
- MAE. (2001). Política y Estrategia Nacional de Biodiversidad del Ecuador 2001-2010, 75.
- MAE. (2012). *Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito. Retrieved from http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/Documento_Metodolog+ja_28_05_2012_v2_1.pdf
- MAE. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito.
- MAE. (2014). Plan Nacional de Restauración Forestal, 1–33.
- McDonald, T., Gann, G., Jonson, J., & Dixon, K. (2016). Estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica, incluyendo principios y conceptos clave.
- Murcia, C., & Guariguata, M. R. (2014). *La restauración ecológica en Colombia: Tendencias , necesidades y oportunidades*. Documentos Ocasionales 107.

- ONU. (2016). Día Internacional de la Diversidad Biológica - 22 de mayo. Retrieved from <http://www.un.org/es/events/biodiversityday/convention.shtml>
- R.O. Suplemento 418. Ley Forestal de conservación de áreas naturales y de vida silvestre, codificación § (2004). [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(95\)01358-X](https://doi.org/10.1016/0378-8741(95)01358-X)
- Sabin, F. (1997). *Remote Sensing: Principles and Interpretation*, (Floyd F. Sabins). Waveland Press, Inc.
- Sanderson, E. W., Jaiteh, M., Levy, M., Redford, K. H., Wannebo, A. V., & Woolmer, G. (2002). The Human Footprint and the Last of the Wild. *BioScience*, 52(10), 891. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0891:THFATL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0891:THFATL]2.0.CO;2)
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades. (2013). Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017.pdf. *SENPLADES-Ecuador*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- SER. (2002). The SER Primer on Ecological Restoration. *A Publication of the SER Science & Policy Working Group*, 2002(April), 9.
- Smith, J. M. B., & Cleef, A. M. (1988). Composition and Origins of the World's Tropicalpine Floras. *Source: Journal of Biogeography Journal of Biogeography*, 15(15), 631–645. <https://doi.org/10.2307/2845441>
- Sprugel, D. G. (1991). Disturbance, equilibrium, and environmental variability: What is “Natural” vegetation in a changing environment? *Biological Conservation*, 58(1), 1–18. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(91\)90041-7](https://doi.org/10.1016/0006-3207(91)90041-7)
- UICN. (2011). El desafío de Bonn. Retrieved January 7, 2018, from <https://www.iucn.org/es/theme/bosques/el-desafío-de-bonn>
- White, P. S., & Walker, J. L. (1997). Approximating Nature's Variation: Selecting and Using Reference Information in Restoration Ecology. *Restoration Ecology*, 5(4), 338–349. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.1997.00547.x>
- WWF. (2005). Iniciativas de Restauración de Paisajes Forestales de WWF. *Programa Bosques Para La Vida*.
- Young, T. P. (2000). Restoration ecology and conservation biology. *Biological Conservation*, 92(1), 73–83. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(99\)00057-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00057-9)
- Young, T. P., Petersen, D. A., & Clary, J. J. (2005). The ecology of restoration: Historical links, emerging issues and unexplored realms. *Ecology Letters*, 8(6), 662–673. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00764.x>