



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL
MEDIO AMBIENTE

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE FRAGMENTADO DEL LADO OCCIDENTAL DE LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO COMO INSUMO PARA SU CONECTIVIDAD EN LOJA, ECUADOR

Proyecto de tesis previo a
obtener el título de **Ingeniero en
Manejo y Conservación del
Medio Ambiente**

Autor:

Jonathan David Gonzalez Roa

Directora:

Ecóloga Katiusca Valarezo Aguilar, *M. Sc*

Loja-Ecuador
2019



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Ingeniería Ambiental

Ingeniería en Manejo y Conservación
del Medio Ambiente

CERTIFICACIÓN

ECÓLOGA
KATIUSCA VALAREZO AGUILAR, M. Sc.
DIRECTORA DE TESIS

En calidad de directora de la tesis titulada **Composición florística y estructura del bosque fragmentado del lado occidental de la Central Eólica Villonaco como insumo para su conectividad en Loja, Ecuador**, de autoría del Señor egresado JONATHAN DAVID GONZALEZ ROA, portador de la cédula de ciudadanía No. 1105339038, **CERTIFICA** que la tesis ha sido debidamente revisada y corregida, cumpliendo con todas las normas reglamentarias vigentes y dentro del cronograma establecido, por lo que autorizo su presentación para que el Sr. Gonzalez continúe con el proceso que corresponda.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso del presente documento en lo que considere pertinente.

Loja, 26 de agosto de 2019

Muy Atentamente,

Ecól. Katusca Valarezo Aguilar, M. Sc.
DIRECTORA DE TESIS



CERTIFICACIÓN

En calidad de tribunal calificador de la tesis titulada **COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE FRAGMENTADO DEL LADO OCCIDENTAL DE LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO COMO INSUMO PARA SU CONECTIVIDAD EN LOJA, ECUADOR**, de autoría del Sr. **Jonathan David Gonzalez Roa**, egresado de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, certificamos que ha incorporado todas las sugerencias efectuadas por sus miembros del tribunal, y una vez revisada se ha procedido a la respectiva calificación.

Por lo tanto, autorizamos al señor egresado, la publicación de la versión final de la tesis y entrega oficial para su sustentación pública.

Loja, 28 de octubre de 2019

Atentamente:

Ing. Raquel Verónica Hernández Ocampo Mg. Sc,
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Santiago Rafael García Matailo Mg. Sc,
VOCAL DEL TRIBUNAL

Dra. Aura del Carmen Paucar Cabrera, PhD,
VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTORÍA

Yo, Jonathan David Gonzalez Roa declaro ser autor del presente trabajo de tesis titulada **COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE FRAGMENTADO DEL LADO OCCIDENTAL DE LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO COMO INSUMO PARA SU CONECTIVIDAD EN LOJA, ECUADOR** y eximo expresadamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis al Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Autor: Jonathan David Gonzalez Roa

Firma:



Cedula: 1105339038

Fecha: 25 de octubre del 2019

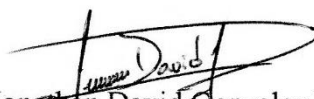
**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR
PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y
PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Jonathan David Gonzalez Roa declaro ser autor de la tesis titulada **COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE FRAGMENTADO DEL LADO OCCIDENTAL DE LA CENTRAL EÓLICA VILLONACO COMO INSUMO PARA SU CONECTIVIDAD-EN LOJA, ECUADOR**, como requisito para optar al grado de: Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinticinco días del mes de octubre del dos mil diecinueve, firma el autor



Jonathan David Gonzalez Roa
CI. 1105339038

Dirección: Loja, Barrio La Argelia
Teléfono celular: 0990099429
Correo electrónico: roa.jdg@gmail.com

DATOS COMPLEMENTARIOS

Directora de Tesis: Ecol. Katusca Janet Valarezo Aguilar Mg. Sc.
Tribunal de grado: Ing. Raquel Verónica Hernández Ocampo Mg. Sc,
Ing. Santiago Rafael García Matailo Mg. Sc,
Dra. Aura del Carmen Paucar Cabrera, PhD.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme salir adelante y alcanzar las metas establecidas, de igual manera agradecer a mi familia por estar presentes siempre, con una palabra de aliento para continuar y no renunciar a mis metas propuestas.

Agradecimiento especial para mi directora de tesis Ecol. Katusca Valarezo Aguilar, por su apoyo constante y disposición para guiarme en el desarrollo de este tema y la culminación del mismo. A la Ing. Daniela Román que a los inicios de esta investigación aportó en la estructura y parte del desarrollo y al Herbario Renaldo Espinoza de la Universidad Nacional de Loja donde se realizó la identificación de las especies, donde tuvieron la disponibilidad de apoyarme. A los miembros del Tribunal calificador de la tesis: Ing. Raquel Verónica Hernández Ocampo Mg. Sc, Ing. Santiago Rafael García Matailo Mg. Sc, y Dra. Aura del Carmen Paucar Cabrera, PhD, por sus comentarios y sugerencias en la culminación de esta investigación.

A la Universidad Nacional de Loja y a los docentes de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, quienes en el paso de mi vida universitaria han aportado con valores, conocimientos y enseñanzas para mi formación académica.

Por último, y no menos importante, quiero agradecer a mis amigos y compañeros quienes me ayudaron en el trabajo de campo, por las gratas experiencias y conocimientos compartidos.

El autor

DEDICATORIA

En primer lugar dedico este trabajo a Dios, por permitirme culminar mis estudios con el mayor de los éxitos y tener este momento de gran importancia en mi vida como es la culminación de mi carrera profesional.

A mis padres, por ser mi pilar fundamental y por demostrarme el apoyo condicional, con ejemplo y firmeza, por enseñarme el camino del bien y motivarme a terminar mis estudios de tercer nivel, a mis hermanos por estar siempre presentes y apoyándome en cada momento de mi vida universitaria.

Finalmente a mis familiares, especialmente a mis abuelitas, que supieron apoyarme en los momentos más necesitados, y amigos que de una u otra forma hicieron posible la culminación de la misma.

El autor

ÍNDICE GENERAL

Contenido

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 3 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 7 |
| 3.1. Descripción del área de estudio | 7 |
| 3.2. Ubicación de los puntos de muestreo | 8 |
| 3.3. Métodos | 9 |
| 3.3.1. Delimitación de las parcelas de muestreo en la CEV | 9 |
| 3.3.2. Metodología para cuantificar la composición y estructura florística de la CEV | 9 |
| 3.3.3. Metodología para evaluar la distribución espacial de las especies florísticas de la parte occidental de CEV | 13 |
| 3.3.4. Metodología para proponer una estrategia ambiental para la recuperación de las zonas degradadas dentro del área de influencia de la CEV en base a las especies de importancia ecológica identificadas | 14 |
| 4. RESULTADOS | 15 |
| 4.1. Composición y estructura florística del bosque fragmentado del lado occidental de la Central Eólica Villonaco | 15 |
| 4.1.1. Composición florística del estrato arbóreo | 15 |
| 4.1.2. Composición Florística del Estrato Arbustivo | 18 |
| 4.1.3. Estructura de la vegetación del lado occidental de la Central Eólica Villonaco... | 21 |
| 4.1.4. Análisis de la composición y estructura florística por parche del lado occidental de la CEV | 23 |
| 4.2. Distribución espacial de las especies florísticas en la parte occidental de CEV | 27 |
| 4.3. Estrategia ambiental para la recuperación de las zonas degradadas dentro del área de influencia de la CEV en base a las especies de importancia ecológica identificadas | 27 |
| 5. DISCUSIÓN | 28 |
| 6. CONCLUSIONES | 33 |
| 7. RECOMENDACIONES | 33 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 34 |
| 9. ANEXOS | 38 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de ubicación de la Central Eólica Villonaco..... | 8 |
| Figura 2. Tamaño de parcelas para árboles y arbustos ubicadas en el lado occidental de la CEV | 9 |
| Figura 3. Número de especies por familia en el estrato arbóreo de la CEV..... | 15 |
| Figura 4. Riqueza registrada en el estrato arbóreo del lado occidental de la CEV | 16 |
| Figura 5. Especies más abundantes en el estrato arbóreo del inventario forestal de la CEV | 16 |
| Figura 6. Número de especies por familia en el estrato arbustivo de la CEV | 19 |
| Figura 7. Riqueza registrada en el estrato arbustivo de la CEV | 19 |
| Figura 8. Especies más abundantes en el estrato arbustivo de la CEV | 20 |
| Figura 9. Estructura vertical de la vegetación del lado occidental de la CEV | 22 |
| Figura 10. Estructura vertical del estrato arbóreo por especie de la vegetación del lado occidental de la CEV | 23 |
| Figura 11. Mapa con la delimitación de los parches del lado occidental de la CEV ... | 24 |
| Figura 12. Estructura horizontal del lado occidental la CEV por parche de bosque..... | 25 |
| Figura 13. Estructura vertical del lado occidental de la CEV por parche de bosque | 26 |
| Figura 14. Distribución espacial de la occidental de la CEV | 27 |
| Figura 15. Mapa con la delimitación de los parches del lado occidental de la CEV | 58 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Ubicación de las parcelas de muestreo en el lado occidental de la CEV | 8 |
| Tabla 2. Escala valorativa para la interpretación del Índice de diversidad de Shannon | 10 |
| Tabla 3. Escala valorativa para interpretación del Índice de dominancia de Simpson.. | 11 |
| Tabla 4. Parámetros ecológicos de las especies del estrato arbóreo de la CEV | 17 |
| Tabla 5. Parámetros ecológicos de las especies del estrato arbustivo de la CEV | 20 |
| Tabla 6. Clases diamétricas de especies con valores de $DAP \geq 5$ | 21 |
| Tabla 7. Índices de Valor de Importancia más altos y más bajos por parche de lado occidental de la CEV | 24 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Tabla completa de la especies del lado occidental de la CEV..... | 38 |
| Anexo 2. Composición florística por parches del estrato arbóreo de la CEV..... | 43 |
| Anexo 3. Composición florística por parches del estrato arbustivo de la CEV..... | 45 |
| Anexo 4. Guía técnica para la recuperación de zonas degradadas dentro del área de influencia en la central eólica Villonaco..... | 46 |
| Anexo 5. Fotografías de especies florísticas registradas e identificadas..... | 60 |

LISTA DE ACRÓNIMOS

CEV = Central Eólica Villonaco

CELEC = Corporación Eléctrica del Ecuador

RE = Restauración Ecológica

DAP = Diámetro a la altura del pecho

IVI = Índice de Valor de Importancia

CINFA = Integrado de Geomática Ambiental

CONAFOR = Comisión Nacional Forestal

COTRAM = Cooperative Taxonomic Resource for American Myrtaceae

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE
FRAGMENTADO DEL LADO OCCIDENTAL DE LA CENTRAL EÓLICA
VILLONACO COMO INSUMO PARA SU CONECTIVIDAD EN
LOJA, ECUADOR**

RESUMEN

La investigación se la realizó en la ciudad de Loja específicamente en la Central Eólica Villonaco con la finalidad de determinar la composición florística y estructura del bosque. Los estudios de campo fueron realizados durante enero y febrero del 2019, para cuantificar la diversidad de especies florísticas. Se trabajó en cuatro parches identificados en el lado occidental (estratos arbóreo y arbustivo) para ello se colocaron parcelas de 20 x 20 m (400 m²) para árboles con DAP \geq a 5 cm, dentro de los cuales se delimitaron subparcelas de 5x5 m (25 m²) para el registro de arbustos. Para analizar la estructura horizontal se tomaron las clases diamétricas calculadas con el área basal, mientras que para la estructura vertical se tomó la altura total de las especies en los diferentes estratos. Para la distribución espacial se calculó el índice de dispersión de Morisita con base en los datos de presencia de las especies. En el inventario general se identificaron 31 especies dentro de 25 géneros y 20 familias. En el estrato arbóreo, las especies con mayor importancia ecológica fueron *Myrsine andina* (Mez) Pipoly y *Clusia elliptica* Kunth, mientras que en el estrato arbustivo fueron *Clusia elliptica* Kunth y *Persea brevipes* Meisn. La familia con mayor riqueza de especies en el estrato arbóreo fue Asteraceae, mientras que en el estrato arbustivo fueron Ericaceae, Lamiaceae y Asteraceae. En la estructura horizontal se corroboró que se trata de un bosque joven, lo que fue corroborado por la estructura vertical, ya que se encontraron más individuos en el estrato dominado. Las especies se distribuyen espacialmente de forma agregada lo que puede ser atribuido a la baja dispersión de semillas y/o a la heterogeneidad del hábitat principalmente a factores edáficos. Con todo esto se propuso un plan para la recuperación de las zonas degradadas en base a las especies de importancia ecológica identificadas.

Palabras claves: Composición, Estructura, Central Eólica Villonaco, *Myrsine andina*, Distribución espacial.

ABSTRACT

The investigation was carried out in Loja city specifically at the Villonaco Wind Power Plant to determine the floristic composition and structure of the forest. Field studies were conducted during January and February 2019, to quantify the diversity of floristic species. Measurements were made in four patches identified on the western side (tree and shrub strata). There were placed plots of 20 x 20 m (400 m²) for trees with DBH \geq 5 cm, within a subplots of 5 x 5 m (25 m²) for shrubs. To analyze the horizontal structure there were taken the diametric classes calculated with the basal area, while for the vertical structure it was taken the total height of the species. For the spatial distribution, the Morisita dispersion index was calculated based on the species presence data. Thirty-one species within 25 genera and 20 families were identified. The most ecologically important species in the tree stratum were *Myrsine andina* (Mez) Pipoly and *Clusia elliptica* Kunth, while in the shrub stratum were *Clusia elliptica* Kunth and *Persea brevipes* Meisn. The family with the highest species richness in the tree stratum was Asteraceae, while in the shrub stratum were Ericaceae, Lamiaceae and Asteraceae. In the horizontal structure it was confirmed that it is a young forest, which was corroborated by the vertical structure, since more individuals were found in the dominated stratum. The species are spatially distributed in aggregate basis which can be attributed to the low dispersion of seeds and / or the heterogeneity of the habitat mainly due to edaphic factors. According to all of these, it was proposed a plan for the recovery of degraded areas based on the species of ecological importance identified.

Keywords: Composition, Structure, Villonaco Wind Power Plant, *Myrsine andina*, Spatial Distribution.

1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Loja es considerada una de las zonas más diversas del Ecuador, ya que se encuentra entre la Costa y la Amazonía, además se encuentra en Los Andes bajos de fuertes pendientes y la presencia de la depresión de Huancabamba, en donde se han generado hábitats importantes que provocan la presencia de vida de algunas especies en particular. Investigadores catalogan a la provincia de Loja como un área con gran diversidad de ecosistemas (22 ecosistemas) (Aguirre y Aguirre, 2017).

La fragmentación del hábitat es uno de los principales problemas identificados, amenaza los ecosistemas, manifestando sus principales efectos a través de la reducción de la biodiversidad y aumentando el aislamiento de hábitats. (Altamirano y Lara, 2007). El fraccionamiento de los territorios también se ha dado en el lugar de estudio de esta investigación como es en el lado occidental de la Central Eólica Villonaco donde existen altos niveles de intervención humana y la mayor parte de su cobertura vegetal original ha sido transformada a otros usos. En el cerro Villonaco se puede observar a simple vista la fragmentación del bosque, que se ha dado principalmente por actividades antrópicas (CINFA, 2006). Una de ellas es la construcción de la Central Eólica Villonaco (CEV), que es la primera Central Eólica construida en el país, con el fin de contribuir al uso de nuevas formas de energía amigables con el ambiente (Ordóñez, Valarezo, Mendoza y Medina, 2016).

Debemos tomar en cuenta la importancia de su vegetación remanente de páramos y bosques alto andinos que contribuye a proveer de alimento y refugio a diversas especies de aves silvestres y adaptadas a ecosistemas fragmentados. En este sector las especies de mamíferos grandes han sido extintos localmente o desplazados a otras áreas debido a la fuerte intervención humana (CINFA, 2006). Conocer la diversidad y la composición florística que alberga la zona de intervención de la CEV, permitirá conocer las especies representativas de esta área, su distribución y su estado de conservación, así mismo proponer procesos de reforestación y además permitirá el desarrollo de planes de conservación y uso sostenible de los ecosistemas (Krebs, 1999).

Esta información servirá de aporte al establecimiento de procesos de reforestación, desarrollo de planes de conservación y uso sostenible de ecosistemas (Krebs, 1999), enfocados hacia la planificación integral de territorios, paisajes, o regiones y reconociendo la complejidad e importancia de procesos de restauración ecológica

(Bendaña, 2004). Estas estrategias permitirán minimizar los impactos generados por el establecimiento de la CEV y generar la conectividad de los remanentes boscosos del lado occidental de la CEV.

Por esta razón se debe desarrollar un proceso de planeación tomando en cuenta algunos aspectos fundamentales, como la selección correcta de especies, si el lugar es apto y posee las condiciones necesarias para su desarrollo, plantar en épocas adecuadas y preparación del terreno (CONAFOR, 2010).

De la misma forma surge la necesidad de proponer una estrategia ambiental para la recuperación de las zonas degradadas dentro de la zona de influencia de la CEV, y buscar la mejor alternativa para la interconectividad de estos fragmentos de vegetación y de esta forma mejorar el hábitat para especies tanto de flora como fauna.

Lo antes mencionado nos conduce a la siguiente pregunta ¿Dado el similar proceso de degradación al que han estado expuestos los bosques de la CEV, todos los fragmentos tienen la misma composición y estructura?, y se respondió a través de los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Analizar la composición florística y estructura del bosque fragmentado del lado occidental de la Central Eólica Villonaco (CEV) para potenciar su conectividad

Objetivos específicos

- Cuantificar la diversidad de especies florísticas por estrato arbóreo y arbustivo de la parte occidental de la CEV.
- Evaluar la distribución espacial de las especies florísticas en la parte occidental de CEV.
- Proponer una estrategia ambiental para la recuperación de las zonas degradadas dentro del área de influencia de la CEV en base a las especies de importancia ecológica identificadas.

2. MARCO TEÓRICO

La fragmentación del hábitat está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de la biodiversidad (Santos y Tellería, 2006). La pérdida de hábitat está asociada a los efectos negativos procedentes de las acciones antrópicas que conllevan a una alteración intensa del territorio y que se traduce en una pérdida importante de hábitats naturales, en la disminución e incluso en la extinción de especies (Gómez, Anaya y Alvarez, 2005). Un bosque fragmentado, se entiende como el proceso en que extensas áreas de vegetación forestal reducen su superficie al dividirse en varias manchas más pequeñas por la acción de un agente externo (Vargas, 2008).

Las principales causas que provocan la reducción y fragmentación de hábitats son: el incremento de la agricultura, la intensificación del aprovechamiento forestal, urbanización y suburbanización del suelo, infraestructura de transporte, incendios forestales (Lozano, 2010), entre otros como los tendidos eléctricos que causan accidentes por colisión o electrocución de aves (Ferrer, 2010). Los efectos de la fragmentación no solo involucran la alteración en la estructura del paisaje, sino además, cambios en su funcionamiento ya que cada fragmento posee características propias (Kattan, 2002). Con la fragmentación se puede generar la pérdida local de muchas especies, eliminación de hábitats, aislamiento de especies y el efecto de borde que provoca la acelerada extinción de especies (Linares y Vargas, 2007).

La Hoya de Loja en el pasado ha soportado grandes cambios en su uso, teniendo como resultado áreas fragmentadas, con procesos erosivos graves, con baja diversidad ecosistémica, pero alta diversidad específica en los pequeños remanentes de bosque que quedan. Estas condiciones provocadas por el ser humano hacen que este sector del bosque protector se encuentre degradado y en un estado de conservación regular (CINFA, 2006).

Los suelos del lado occidental de la Hoya de Loja están cubiertos por bosque, pasto, cultivos, plantaciones de pino (*Pinus patula* chiede ex Schltdl. et Cham.) y eucalipto (*Eucalyptus Saligna* Sm.) y páramo predominando áreas destinadas a la agricultura y ganadería. La vegetación natural en la parte occidental de la Hoya de Loja está distribuida en la parte media y alta, y contribuye a la protección de los recursos suelo, agua y biodiversidad del área. En cuanto a plantaciones de especies exóticas de pino y eucalipto se puede encontrar en la parte alta, media y baja, las que han incidido en la disminución de la cobertura vegetal natural de la zona (CINFA, 2006).

Según Aguirre y Yaguana (2012), la importancia de la cobertura vegetal puede ser valorizada desde tres diferentes ámbitos: productivo, protector y ecológico.

En el aspecto productivo, se refiere al conjunto de especies maderables, medicinales, ornamentales, fibras, frutos silvestres que son usadas por el hombre para satisfacer sus necesidades. En lo que respecta a lo protector, el conjunto de vegetación cumple las funciones de proteger fuentes hídricas, retención del suelo, evitar la erosión y en la captura de CO₂. Y finalmente en el campo ecológico sirve de hábitat para las diferentes especies de flora y fauna; además cumple un papel fundamental en la cadena trófica siendo el elemento primario de la vida. Desde otra perspectiva la vegetación es el elemento esencial para la belleza escénica, servicios ambientales básicos para el futuro económico de los países poseedores de una gran biodiversidad. Por otra parte Leffler (2007) nos menciona que el cuidado de bosques es importante porque renuevan el aire, protegen el suelo y moderan el clima como también dan fibras, alimento, combustible y agua. Ayudan a sostener todas las formas de vida, como sabemos, los bosques juegan un papel importante en la reducción de la erosión del suelo.

Algunas áreas protegidas y bosques protectores de Loja y Zamora Chinchipe se encuentran dentro de la cordillera de Los Andes, donde encontramos ecosistemas como el bosque siempre verde montano. Según Sierra (1999), también se denomina Bosque de neblina montano y se extiende desde los 2 200 a 3 000 m s.n.m., aunque en algunos sitios puede encontrarse fuera de este rango altitudinal (Fehse, Aguirre, Paladines, Hofstede, Sevink, 1998).

Se denomina bosque “montano”, “andino”, “nublado”, a la formación dispuesta a ambos lados de la cordillera de Los Andes (Aguirre, 2001). Estos bosques se caracterizan porque la mayoría de sus árboles tienden a desarrollar fustes rectos, con una altura máxima del dosel de 20 m, los árboles están cubiertos por abundantes epífitas: helechos, musgos, orquídeas, bromelias, situación que ayuda para que la humedad atmosférica alta se condense. En estos bosques son importantes las familias Melastomataceae, Myrsinaceae, Cunoniaceae, Clusiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Celastraceae, Podocarpaceae y Ternstroemiaceae. Lo que constituye para que sea un bosque nublado son los factores climáticos como la humedad, precipitación y viento, que determinan la estructura y composición florística de estos ecosistemas, en la cual la temperatura media varía entre 8° a 20 °C (Jørgensen P. y León Y., 1999).

En el inventario forestal que se realizó en el bosque de la Central Eólica Villonaco (Ordóñez et al, 2016), se identificaron 8 parches representativos de vegetación, de los cuales cuatro están ubicados hacia el lado occidental y cuatro hacia el lado oriental del cerro Villonaco. Se empezó cuantificando de manera general la cobertura vegetal, lo que permitió conocer el grado de afectación de los remanentes de vegetación circundante al Cerro Villonaco.

Para la caracterización del bosque de la CEV en aquella investigación se definió un Área de Influencia Directa (AID) que corresponde a la zona de la cumbre, donde están instaladas las obras físicas del proyecto y está entre los 2 600 y los 2 700 m s.n.m. y al área de Influencia Indirecta (AII) donde se desarrolla una mezcla de parches de bosques intervenidos, matorral, herbazal con puyas y pastizales que corresponde a las laderas con altitudes por debajo de los 2 600 m s.n.m. (Ordóñez et al 2016). Como resultado de esa investigación, se obtuvieron 978 registros que corresponden a 79 especies, 54 géneros y 38 familias, donde las especies con mayor individuos fueron *Oreopanax andreanus* Marchal, *Gynoxys buxifolia* Kunth, *Myrsine andina* (Mez) Pipoly y *Clusia elliptica* Kunth y las familias con mayor riqueza fueron la Asteraceae, Lauraceae, Melastomataceae y Solanaceae.

Otro trabajo realizado en el cerro Villonaco fue “Restauración de un ecosistema de páramo en Villonaco (Loja, Ecuador) afectado por una plantación de pino patula (*Pinus patula*)” donde menciona que la zona objeto de restauración, el páramo de Villonaco, ha sido sustituido por una plantación de pino patula (*Pinus patula patula* chiede ex Schldl. et Cham.) hace 30 años, eliminando casi en su totalidad la vegetación nativa. Han sido realizados varios estudios sobre los efectos de plantaciones de pino en páramos. Hofstede (1997), menciona que los pinos consumen una gran cantidad de agua durante su crecimiento y presentan una mayor tasa de evapotranspiración que la vegetación típica del páramo. Además, los suelos pierden la conexión entre partículas minerales y orgánicas, transformándose en repelentes de agua (Hofstede y Aguirre, 1999).

Todos estos efectos llevan a la disminución de capacidad de retención de agua que es típica de suelos de páramo. Otra de las características importantes de estos suelos, es la gran cantidad de materia orgánica que almacenan, que también se ve afectada por las plantaciones de pino ya que la hojarasca cuticulosa inhibe la descomposición de esta materia. En definitiva, este tipo de plantaciones disminuyen el valor ecológico del páramo

al afectar negativamente la acumulación y regulación del flujo de agua y retención de carbono (Hofstede y Aguirre, 1999).

Considerando la importancia que posee la vegetación natural en los bosques, en este caso el cerro Villonaco como ecosistema de páramo, el fin de esta investigación es determinar la diversificación de dicha vegetación a través de su caracterización, para posteriormente proponer una metodología de restauración activa del ecosistema, enfocándose en la aplicación de medidas, sobre el componente vegetal, con el fin de restablecer las dinámicas ecológicas del mismo (Young, 2000).

Los impactos ambientales que genera la implantación de una Central Eólica, son las emisiones, descargas, y residuos del proyecto; la extracción explotación, uso e intervención de recursos naturales renovables lo que provoca pérdida o destrucción de suelos, fragmentación de la vegetación, pérdida de especies de flora y fauna, modificación de ambientes para la fauna terrestre, perturbación para la fauna terrestre, afectación del valor paisajístico y en algunos casos colisión de aves (Labbé, 2012).

En este contexto, una guía para este tipo de casos debe establecer una propuesta ejecutable que incluye diversas herramientas y recomendaciones, con el fin de facilitar la incorporación de la Restauración Ecológica (RE) como enfoque primordial y con una metodología óptima para la recuperación de ecosistemas. La RE se define como el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER, 2002). Por tanto, su papel es importante ya que aporta iniciando o acelerando procesos que facilitan la recuperación del ecosistema, teniendo en cuenta su propia capacidad de estabilización y autorregulación a corto, medio y largo plazo.

Implica un diagnóstico ecológico dado que cada caso es único, la RE se sirve de un diagnóstico específico del espacio a restaurar que, además, ha de tener un enfoque holístico, en el que se contemplen las necesidades sociales, económicas y ambientales. Incluye las relaciones ecosistémicas y también paisajísticas. La importancia del ecosistema de referencia, que define los procesos ecológicos que se deben recuperar y que suele ser próximo y/o semejante al original. Donde se busca una intervención mínima al identificar los procesos ecológicos claves que rigen el trabajo del ecosistema y actuar sobre ellos (SER, 2002).

Por ello, se deben tener en cuenta los procesos dinámicos que permitan establecer mecanismos de mínima intervención en la gestión futura. Siempre se debe tomar en cuenta la labor de un continuo monitoreo y seguimiento para evaluar el desarrollo del proyecto que nos permite manejar la incertidumbre derivada de sistemas ecológicamente complejos, adaptando el proyecto en todo momento hacia las metas de restauración propuestas y alcanzar los objetivos (Mola, Sopena y Torre, 2018).

Según Mola, Sopena y Torre (2018), la intervención necesaria para llevar a cabo una RE se puede clasificar en activa o pasiva:

La restauración ecológica activa consiste en la intervención directa del hombre sobre la estructura y características del ecosistema degradado, con el fin de reemplazarlo, rehabilitarlo o restaurarlo para garantizar la existencia de un ecosistema estructurado y funcional.

La restauración ecológica pasiva se centra en eliminar o minimizar las perturbaciones causantes de la degradación, dejando que el ecosistema degradado pueda recuperar por sí mismo su estructura y funcionalidad. Cabe destacar que esta posibilidad siempre debe contemplarse como primera opción, ya que en numerosas ocasiones sus resultados pueden ser comparables y con frecuencia superiores a los de la restauración activa.

La elección de RE activa o pasiva depende del diagnóstico ecológico del espacio, considerando las opciones más realistas y viables en el plazo de tiempo disponible, y desde un punto de vista ambiental, económico, social y científico. En la práctica, la restauración activa solo es recomendable cuando el grado de deterioro del ecosistema se encuentra por debajo del umbral que permite que su memoria ecológica se ponga en funcionamiento de forma natural y en un plazo de tiempo aceptable, siendo viable su regeneración natural.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del área de estudio

El presente estudio se realizó en la Central Eólica Villonaco (CEV) que está ubicada en el cantón y provincia de Loja, a 14 Km de la capital cantonal. Específicamente entre los cantones Loja y Catamayo, la CEV está construida a lo largo de la línea de cumbre del cerro Villonaco (Figura 1), a una altitud aproximada de 2 700 m s.n.m. Para efectos

de la presente investigación, solo se tomaron datos de los parches de vegetación de la parte occidental de la CEV.

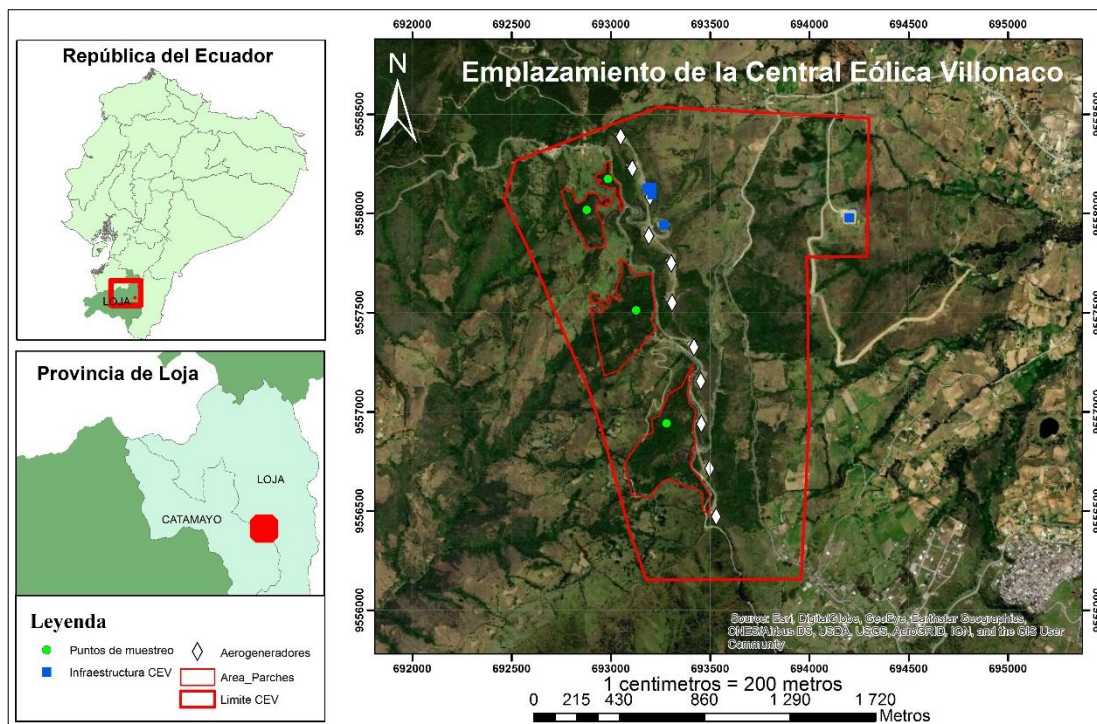


Figura 1. Mapa de ubicación de la Central Eólica Villonaco y parches identificados de la parte occidental

3.2. Ubicación de los puntos de muestreo

En la CEV, la cumbre separa a la vegetación en dos zonas. Según un estudio previo, realizado por Ordóñez (2016), existen ocho parches representativos de vegetación arbustiva, de los cuales cuatro están ubicados hacia el lado occidental y cuatro hacia el lado oriental del Cerro Villonaco, y se registran tres zonas de vegetación de páramo arbustivo y herbáceo, ubicados solamente en el lado oriental con respecto a la cumbre.

El inventario florístico se realizó en cuatro parches de bosque que se encuentran en la parte occidental de la CEV, donde se colocó una parcela (punto) por parche, las coordenadas de cada punto de muestreo se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Ubicación de las parcelas de muestreo en el lado occidental de la CEV

| Punto | Coordenadas UTM | |
|-------|-----------------|------------|
| | Longitud | Latitud |
| 1 | 692941,40 | 9558185,29 |
| 2 | 692875,39 | 9558022,09 |
| 3 | 693131,43 | 9557512,62 |
| 4 | 693285,58 | 9556945,67 |

Fuente: Elaboración propia

3.3. Métodos

3.3.1. Delimitación de las parcelas de muestreo en la CEV

Para levantar la información y conocer la composición y estructura del bosque fragmentado del lado occidental de la CEV se utilizó la metodología planteada por Aguirre y Yaguana (2012), que consiste en el uso de parcelas que tuvieron una dimensión de 20 x 20 (400 m²) para árboles (Figura 2). Estas parcelas fueron demarcadas con la ayuda de una brújula, piola y estacas. Dentro de la parcela de 400 m² se delimitó una sub-parcela de 5 x 5 m (25 m²) para muestrear arbustos. Se recalca que para evitar el efecto de borde, la parcela fue instalada 50 metros a partir de los límites del bosque. El esfuerzo de muestreo consistió en cuatro parcelas distribuidas en todo el lado occidental de la CEV.

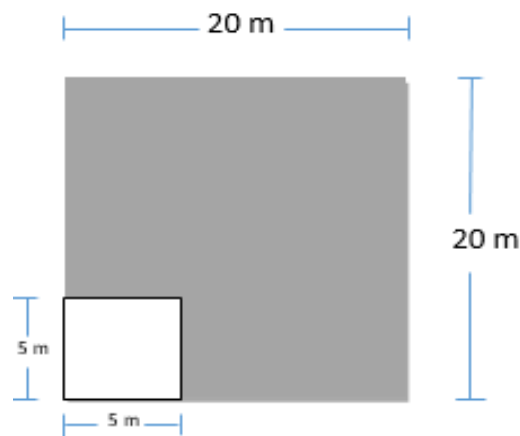


Figura 2. Tamaño de parcelas para árboles y arbustos ubicadas en el lado occidental de la CEV

3.3.2. Metodología para cuantificar la composición y estructura florística de la CEV

En enero del 2019 se realizó el muestreo de las especies vegetales mediante observación directa, donde se registró la siguiente información: número de parcela, tipo de estrato, coordenadas, altitud, número de registro, nombre de familia, nombre científico, nombre común, diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total (HT) (Anexo 1). Se colectó una muestra de las especies que no pudieron ser identificadas en campo para ser identificadas en el Herbario Reinaldo Espinoza de la Universidad Nacional de Loja. Se usó literatura especializada, como el catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador (Jørgensen y León , 1999).

3.3.2.1. Metodología para calcular el Índice de Diversidad de Shannon (H')

Este índice se lo utilizó para medir la diversidad específica. En el índice de diversidad de Shannon (H') los valores pueden estar entre 0 a 3,5 excediendo raramente hasta 4,5 bitios (bitios = unidad de medida de información equivalente a la elección entre dos posibilidades igualmente probables). Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Aguirre y Yaguana, 2012). Se calculó con la ecuación [1], propuesta por (Shannon y Weaver, 1949).

$$H' = -\sum Pi | (LnPi) \quad [1]$$

Donde

Ln = Logaritmo natural

Pi = Proporción del número total de individuos que constituye la especie i

Tabla 2. Escala valorativa para la interpretación del Índice de diversidad de Shannon

| Valores | Significado |
|--------------|------------------|
| 0 – 1,35 | Diversidad baja |
| 1,36 – 3,5 | Diversidad media |
| Mayor de 3,5 | Diversidad alta |

Fuente: Moreno, 2001

3.3.2.2. Metodología para calcular el Índice de dominancia de Simpson (D)

Es uno de los parámetros que permite medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la diversidad de un hábitat. Para la presente investigación se aplicó el índice de dominancia de Simpson (D) (Magurran, 1988). La fórmula para calcular el índice de Simpson [2] (Simpson, 1949)

$$D' = \sum (Pi)^2 \quad [2]$$

Donde:

Pi = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

Para la interpretación de los resultados se utilizó una escala valorativa de significancia según como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Escala valorativa para la interpretación del Índice de dominancia de Simpson

| Valores | Significancia |
|----------------|----------------------|
| 0,1 a 0,33 | Dominancia baja |
| 0,34 a 0,66 | Dominancia media |
| 0,67 a 1 | Dominancia alta |

Fuente: Moreno, 2001

3.3.2.3. Riqueza observada y esperada

Se realizaron curvas de acumulación de especies basadas en individuos para cada sitio usando el programa EstimateS 7.0. Con el cual se evaluó el desempeño con estimadores no paramétricos de riqueza de especies en este caso con Chao 1 en cada uno de los estratos. Se realizó una comparación con la riqueza observada (Sobs) para analizar cuan completo fue el inventario obtenido.

3.3.2.4. Parámetros dasométricos

En base a la metodología propuesta por Aguirre y Yaguana (2012), se calculó el área basal y volumen total de cada individuo inventariado. Para ello se utilizó un factor de forma (F) de 0,7 que es dado por la norma para aprovechamiento de bosques montanos.

a) Área basal (G)

El área basal está dada en función del diámetro de la circunferencia a la altura del pecho (DAP) del árbol, y se calculó utilizando la siguiente fórmula [3] (Aguirre y Yaguana, 2012):

$$G = 0,7854 * (DAP)^2 \quad [3]$$

b) Volumen Total (VT)

Se usó la altura total de árbol y se aplicó la fórmula general para calcular el volumen [4] (Aguirre y Yaguana, 2012):

$$VT = G * HT * F \quad [4]$$

Donde:

G = Área basal

HT = Altura total

F = Factor de forma promedio

3.3.2.5. Parámetros Ecológicos

a) Densidad Absoluta (DAb)

La densidad absoluta está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies, dividida por la superficie evaluada. Para ello se utilizó la fórmula [5] Curtis & McIntosh (1951):

$$DAb = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada}} \quad [5]$$

b) Densidad relativa (DnR)

La densidad relativa permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, ya que considera el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población, a través de la siguiente fórmula [6] Curtis & McIntosh (1951):

$$DnR = \frac{\text{N}^\circ \text{ individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos de todas las especies}} * 100 \quad [6]$$

c) Dominancia relativa (DmR)

Se define como el porcentaje de biomasa (área basal) que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. Para ello se utilizó la fórmula [7] Curtis & McIntosh (1951):

$$DmR = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} * 100 \quad [7]$$

d) Frecuencia relativa (Fr)

De acuerdo como manifiestan Aguirre y Aguirre (1999), la frecuencia relativa (Fr) permite conocer las veces que se repite una especie en un determinado muestreo. Se calculó aplicando la siguiente fórmula [8] Curtis & McIntosh (1951):

$$Fr = \frac{\text{N}^\circ \text{ de parcelas donde está la especie}}{\text{Número total de parcelas muestreadas}} * 100 \quad [8]$$

e) Índice de valor de importancia (IVI)

El IVI indica qué tan importante es una especie dentro de una comunidad vegetal. Para su cálculo se tomó en cuenta la fórmula [9] (Curtis y McIntosh, 1951):

$$IVI(\%) = \frac{DnR+DmR+Fr}{3} \quad [9]$$

Donde:

DnR = Densidad relativa

DmR = Dominancia relativa

Fr = Frecuencia relativa

3.3.2.6. Estructura horizontal de la vegetación del lado occidental de la Central Eólica Villonaco

La estructura horizontal del estrato arbóreo de la CEV se analizó considerando el diámetro a la altura del pecho (DAP), para lo cual se agrupó el área basal de las especies en clases diamétricas y fueron distribuidas en diferentes rangos. Para determinar los rangos del DAP se tomó en cuenta el valor más alto de los DAP y se le restó el valor más bajo de los mismos. El resultado se dividió para las seis clases diamétricas.

3.3.2.7. Estructura vertical de la vegetación del lado occidental de la Central Eólica Villonaco

La estructura vertical de la vegetación de la CEV se elaboró considerando la altura total promedio de cada especie (HT) y se la realizó a partir de una representación gráfica para lo cual se distribuyó la altura total de las especies en tres estratos (Lamprech, 1990). Los estratos que se establecieron fueron dominante, codominante y dominado. Para determinar la clasificación de estos rasgos se tomó el valor del árbol más alto y restó el valor del árbol más pequeño. El resultado fue dividido para los tres estratos con los que se trabajó.

3.3.3. Metodología para evaluar la distribución espacial de las especies florísticas de la parte occidental de CEV

Para evitar el efecto del tamaño de las muestras en la estimación del nivel de agregación de las poblaciones, Morisita (1962) propone un índice que evalúa, que la población esté compuesta por grupos de individuos espacialmente particulares y que dentro de cada uno de estos grupos la ubicación de los individuos es al azar. El índice de Morisita se calcula mediante la fórmula [10], Morisita (1962):

$$I_s = \frac{\sum n_i(n_i-1)}{n(n-1)} N \quad [10]$$

Dónde:

n_i = Número de individuos en cada una de las muestras

n = Total de individuos en el total de muestras

N = Número de muestras

Según Morisita (1962), si el índice es igual a 1, la distribución es aleatoria, si es mayor que 1 agregada, y si es menor que 1 será uniforme.

3.3.4. Metodología para proponer una estrategia ambiental para la recuperación de las zonas degradadas dentro del área de influencia de la CEV en base a las especies de importancia ecológica identificadas

Como estrategia ambiental se realizó una guía técnica donde se detallan los pasos para restaurar y conectar los fragmentos de bosque del lado occidental de la CEV.

Según Millo, González y Fuentes (2017), actualmente no existe una definición única sobre el término manual de procedimientos, por este motivo para construir la presente guía se tomó en cuenta la metodología presentada por Varela (2017) quien asevera que no existe uniformidad en cuanto al contenido de los manuales de procedimientos ya que éstos varían según los objetivos y su ámbito de aplicación, de acuerdo a este contexto se consideraron los siguientes elementos:

- Portada
- Presentación
- Introducción
- Objetivos
- Diagrama de pasos para la restauración
- Pasos o proceso de restauración
- Recomendaciones

4. RESULTADOS

4.1. Composición y estructura florística del bosque fragmentado del lado occidental de la Central Eólica Villonaco

4.1.1. Composición florística del estrato arbóreo

El estrato arbóreo de la Central Eólica Villonaco cuenta con 196 individuos agrupados en 27 especies, 22 géneros, dentro de 17 familias en una área de 1 600 m². De las 27 especies registradas en el estrato arbóreo, las familias con mayor riqueza fueron Asteraceae, seguido de Crusiaceae, Lamiaceae, Escaloniaceae, Lauracea y Melastomataceae, las demás presentaron una especie por familia (Figura 3).

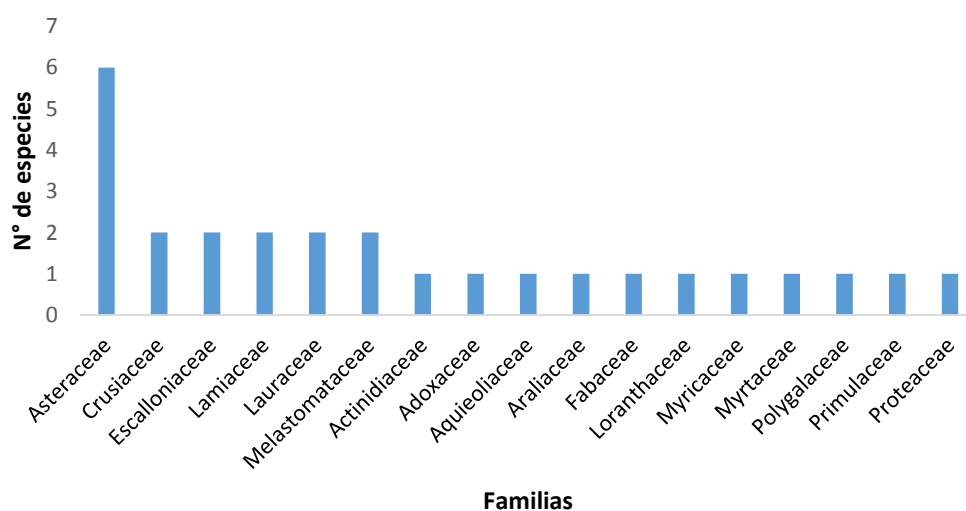


Figura 3. Número de especies por familia en el estrato arbóreo de la CEV

4.1.1.1. Riqueza observada (S)

La riqueza observada fue de 27 especies, mientras que la riqueza esperada fue de 28 especies. En la Figura 4 se observa la riqueza, donde se evidencia la tendencia. La franja de color verde indica la riqueza observada, mientras que la franja azul muestra la riqueza esperada, de lo cual se obtuvo un total del 96 % de esfuerzo de muestreo. La tendencia muestra que en la primera parcela muestreada se registró 15 especies, aumentado en la segunda parcela a 20, y en la tercera a 26 aproximadamente, finalmente la cuarta se observa la estabilización de la curva.

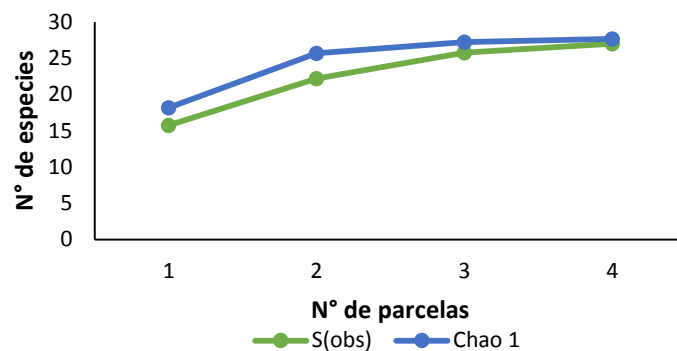


Figura 4. Riqueza registrada en el estrato arbóreo del lado occidental de la CEV

4.1.1.2. Abundancia

Las especies más abundantes en el estrato arbóreo fueron *Myrsine andina* (Mez) Pipoly con 16,32 % de los individuos registrados, *Clusia elliptica* Kunth con el 15,81 %, seguido de *Oreopanax eriocephalus* Harms y *Gynoxys reinaldi* Cuatrec con 8,16 %, *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) con 7,65 %, mientras las que especies que no alcanzaron a superar el 2 % fueron *Piptocoma discolor* Kunth, *Gynoxys buxifolia* Kunth, *Escallonia myrtilloides* L.f., *Persea brevipes* Meisn con un 2,04 %, las demás especies no superaron el 2 %, como se aprecia en la Figura 5.

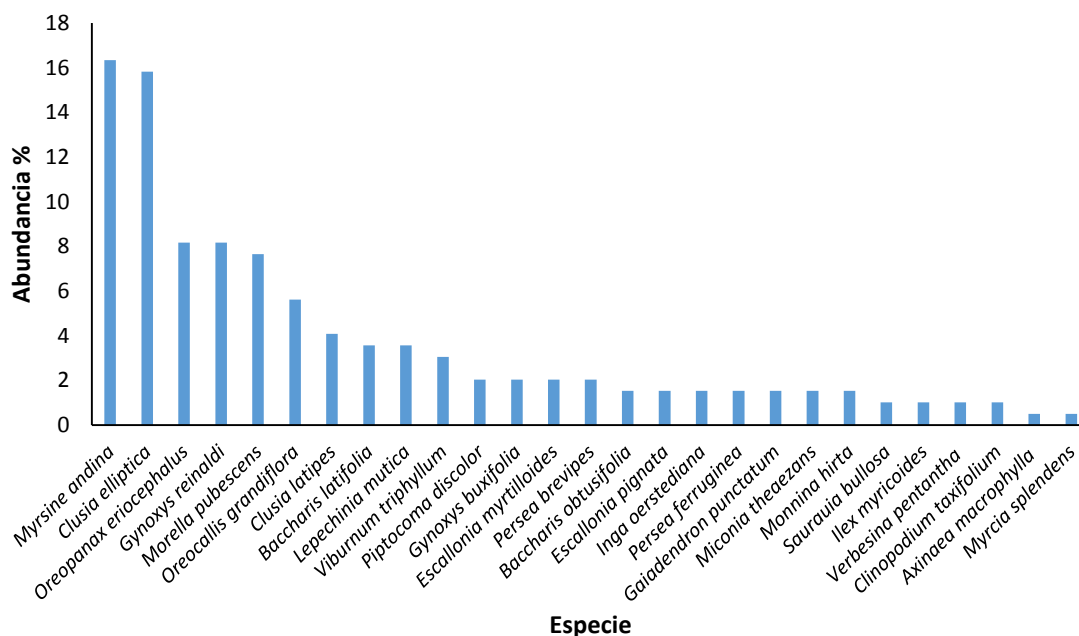


Figura 5. Especies más abundantes en el estrato arbóreo del inventario forestal de la CEV

4.1.1.3. Diversidad

La diversidad que se obtuvo en la Central Eólica Villonaco con el Índice de Shannon, fue de 2,84 bitios, lo que significa una diversidad media. Sin embargo, el índice

de Simpson que resultó 0,87, sugiere una dominancia alta de algunas especies, lo que significa que muchos individuos están concentrados en pocas especies.

4.1.1.4. Parámetros ecológicos del estrato arbóreo

En la tabla 4 se observan las especies de mayor y menor importancia del estrato arbóreo donde se recalcan que las especies más relevantes fueron *Myrsine andina* (Mez) Pipoly y *Clusia elliptica* Kunth.

Tabla 4. Parámetros ecológicos de las especies del estrato arbóreo de la CEV

| Familias | # especies | # ind | *DnR % | *Fr % | *DmR % | *IVI % |
|-----------------|---|------------|------------|------------|------------|------------|
| Actinidiaceae | <i>Saurauia bullosa</i> Wawra | 2 | 1,02 | 3,17 | 0,10 | 1,43 |
| Adoxaceae | <i>Viburnum triphyllum</i> Benth | 6 | 3,06 | 4,76 | 0,59 | 2,81 |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex myricoides</i> Kunth | 2 | 1,02 | 1,59 | 0,10 | 0,90 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> Harms | 16 | 8,16 | 6,35 | 13,9 | 9,64 |
| Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers | 7 | 3,57 | 3,17 | 0,31 | 2,25 |
| Asteraceae | <i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth | 3 | 1,53 | 3,17 | 0,11 | 1,57 |
| Asteraceae | <i>Piptocoma discolor</i> Kunth | 4 | 2,04 | 3,17 | 1,16 | 1,74 |
| Asteraceae | <i>Verbesina pentantha</i> SF Blake | 2 | 1,02 | 1,59 | 0,06 | 1,02 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys buxifolia</i> Kunth | 4 | 2,04 | 3,17 | 0,35 | 1,86 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> Cuatrec | 16 | 8,16 | 6,35 | 9,14 | 7,98 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> Kunth | 31 | 15,82 | 6,35 | 18,7 | 14,07 |
| Crusiaceae | <i>Clusia latipes</i> Kunth | 8 | 4,08 | 4,76 | 1,35 | 2,95 |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia myrtilloides</i> L.f. | 4 | 2,04 | 3,17 | 0,32 | 1,85 |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia pignata</i> Kuntze | 3 | 1,53 | 3,17 | 0,13 | 1,61 |
| Fabaceae | <i>Inga oerstediana</i> Benth | 3 | 1,53 | 3,17 | 0,62 | 1,78 |
| Lamiaceae | <i>Clinopodium taxifolium</i> Kunth | 2 | 1,02 | 1,59 | 0,05 | 0,87 |
| Lamiaceae | <i>Lepechinia mutica</i> Benth | 7 | 3,57 | 3,17 | 0,96 | 2,27 |
| Lauraceae | <i>Persea brevipes</i> Meisn | 4 | 2,04 | 3,17 | 0,38 | 1,87 |
| Lauraceae | <i>Persea ferruginea</i> Kunth | 3 | 1,53 | 3,17 | 0,17 | 1,57 |
| Loranthaceae | <i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers. | 3 | 1,53 | 3,17 | 0,14 | 1,62 |
| Melastomataceae | <i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana | 1 | 0,51 | 1,59 | 0,05 | 0,72 |
| Melastomataceae | <i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn. | 3 | 1,53 | 3,17 | 0,11 | 1,61 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) | 15 | 7,65 | 6,35 | 5,85 | 6,68 |
| Myrtaceae | <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) | 1 | 0,51 | 1,59 | 0,01 | 0,70 |
| Polygalaceae | <i>Monnina hirta</i> (Bonpl.) B. Eriksen | 3 | 1,53 | 3,17 | 0,23 | 1,65 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly | 32 | 16,33 | 6,35 | 41,1 | 21,68 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R.Br. | 11 | 5,61 | 6,35 | 3,90 | 5,33 |
| Total | | 196 | 100 | 100 | 100 | 100 |

*Densidad relativa (DnR); Frecuencia relativa (Fr); Dominancia relativa (DmR); Índice de valor de importancia (IVI).

4.1.1.5. Densidad absoluta y Densidad relativa

Myrsine andina (Mez) Pipoly, con una densidad de 20 ind/ha que equivale a una densidad relativa de 16,33 %, y *Clusia elliptica*, con 19 ind/ha con una densidad relativa de 15,82 % fueron las más representativas en el área, mientras que las especies con menor densidad relativa fueron *Saurauia bullosa*, *Ilex myricoides*, *Verbesina pentantha*, *Clinopodium taxifolium* con 2 ind/ha que equivalen al 1,02 % al igual que *Axinaea macrophylla*, *Myrcia splendens* con 1 ind/ha que equivale a 0,51 %.

4.1.1.6. Dominancia Relativa

Myrsine andina (Mez) Pipoly con 41,1 % y *Clusia elliptica* con 18,74 %, son las especies dominantes en el área de estudio, mientras que las especies con menor dominancia fueron *Axinaea macrophylla* con 0,05 % y *Myrcia splendens* con 0,01 %.

4.1.1.7. Frecuencia Relativa

Las especies con mayor frecuencia fueron: *Oreopanax eriocephalus*, *Gynoxys reinaldi*, *Clusia elliptica*, *Morella pubescens*, *Myrsine andina*, *Oreocallis grandiflora* con 6,35 % y las especies con menor frecuencia fueron *Ilex myricoides*, *Verbesina pentantha*, *Clinopodium taxifolium*, *Axinaea macrophylla*, y *Myrcia splendens*, las mismas que se registraron en 1 de las 4 parcelas, lo que representa un 1,59 % (Tabla 4).

4.1.1.8. Índice de Valor de Importancia

Las especies ecológicamente más importantes (IVI) fueron: *Myrsine andina* con 21,68 % y *Clusia elliptica* con 14,07 % y las especies con menor IVI fueron: *Axinaea macrophylla* con 0,72 % y la *Myrcia splendens* con 0,70 %. Se recalca que éstas son las mismas especies con el mayor número de individuos y mayor diámetro de fuste.

4.1.2. Composición Florística del Estrato Arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron 58 individuos pertenecientes a 12 especies, dentro de 12 géneros y 9 familias.

Las familias que presentaron mayor riqueza fueron Ericaceae, Lamiaceae y la Asteraceae (Figura 6), con dos especies cada una, mientras que las demás solo presentaron una especie cada una.

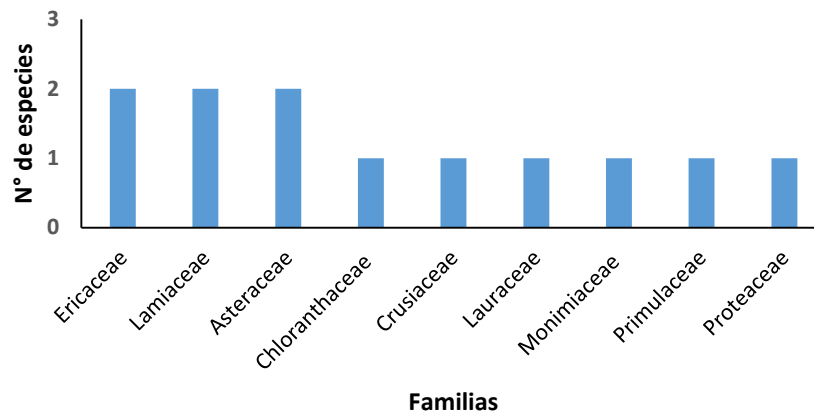


Figura 6. Número de especies por familia en el estrato arbustivo de la CEV

4.1.2.1. Riqueza observada (S)

La riqueza observada fue de 12 especies, mientras que la riqueza esperada fue de 13 especies. En la figura 7 se observa la riqueza registrada, donde se aprecia la tendencia de esta riqueza. La franja de color verde indica la riqueza observada y la franja azul que nos muestra la riqueza esperada. De este análisis se obtuvo un esfuerzo de muestreo del 96%, en lo que respecta al estrato arbustivo. La tendencia muestra que el aumento de especies por parcela es de 4 aproximadamente, esto hasta la tercera parcela, ya en la cuarta se puede observar que se estabiliza la curva.

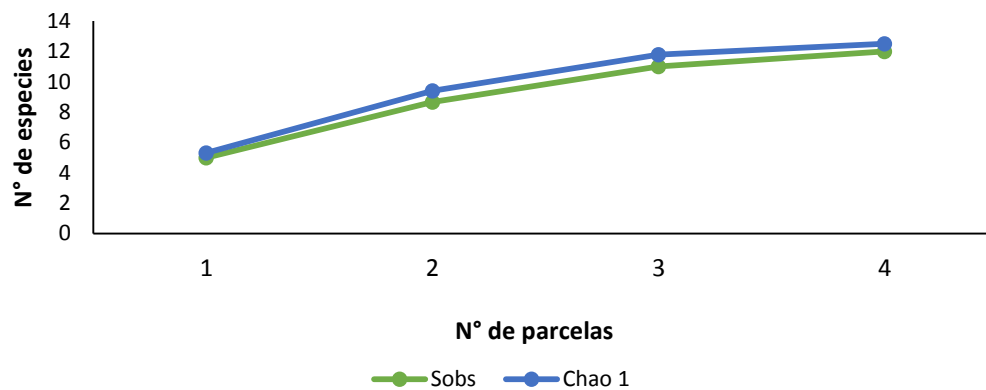


Figura 7. Riqueza registrada en el estrato arbustivo de la CEV

4.1.2.2. Abundancia

Las especies más abundantes en el estrato arbustivo fueron *Persea brevipes* Meisn y *Clusia elliptica* Kunth. En la Figura 8 se observa que *Myrsine andina* (Mez) Pipoly no superó el 2 %.

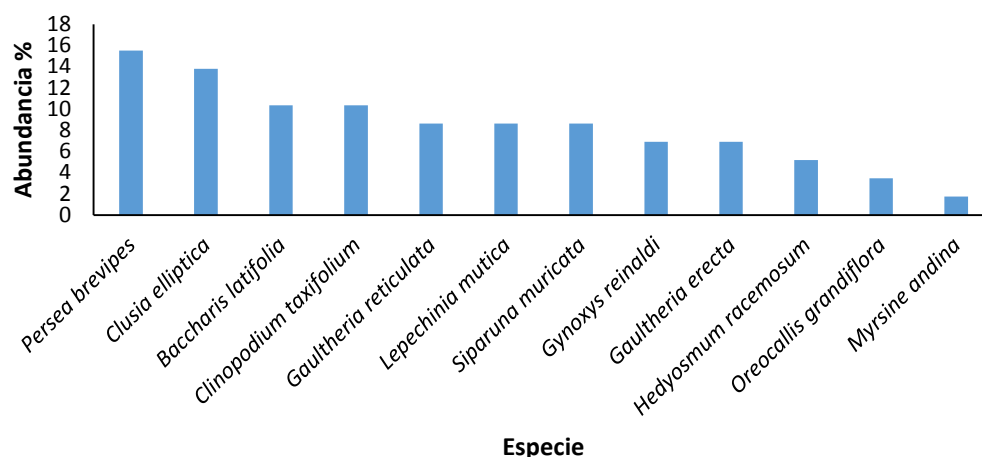


Figura 8. Especies más abundantes en el estrato arbustivo de la CEV

4.1.2.3. Diversidad

La diversidad que presentó el estrato arbustivo, según el índice de Shannon, fue de 2,38 bits lo que representa una diversidad mediana. Sin embargo, el índice de Simpson fue de 0,88. Esto quiere decir que existen algunas especies con dominancia alta.

4.1.2.4. Parámetros ecológicos del estrato arbustivo

En la tabla 5 se pueden observar los parámetros ecológicos de las especies registradas en el estrato arbustivo.

Tabla 5. Parámetros ecológicos de las especies del estrato arbustivo de la CEV

| FAMILIAS | ESPECIE | # ind | *DnR % | *Fr % | *DmR % | *IVI % |
|----------------|--|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers. | 6 | 10,34 | 10 | 8,46 | 9,60 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> Cuatrec | 4 | 6,90 | 10 | 3,66 | 6,85 |
| Chloranthaceae | <i>Hedyosmum racemosum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don. | 3 | 5,17 | 5 | 11,57 | 7,25 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> Kunth | 8 | 13,79 | 10 | 25,77 | 16,52 |
| Ericaceae | <i>Gaultheria reticulata</i> Kunth | 5 | 8,62 | 5 | 7,13 | 6,92 |
| Ericaceae | <i>Gaultheria erecta</i> Vent. | 4 | 6,90 | 10 | 5,23 | 7,38 |
| Lamiaceae | <i>Clinopodium taxifolium</i> Kunth | 6 | 10,34 | 10 | 4,13 | 8,16 |
| Lamiaceae | <i>Lepechinia mutica</i> Benth | 5 | 8,62 | 10 | 4,06 | 7,56 |
| Lauraceae | <i>Persea brevipes</i> Meisn | 9 | 15,52 | 10 | 15,37 | 13,63 |
| Monimiaceae | <i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC. | 5 | 8,62 | 10 | 12,51 | 10,38 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly | 1 | 1,72 | 5 | 0,68 | 2,47 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br. | 2 | 3,45 | 5 | 1,42 | 3,29 |
| Total | | 58 | 100 | 100 | 100 | 100 |

*Densidad relativa (DnR); Frecuencia relativa (Fr); Dominancia relativa (DmR); Índice de Valor de Importancia (IVI).

4.1.2.5. Densidad absoluta y Densidad relativa

Las especies con mayor densidad fueron *Persea brevipes*, con 0,09 ind/ha que equivale a una densidad relativa de 15,52 % y *Clusia elliptica* con 0,08 ind/ha con una densidad relativa de 13,79 %, las especies con menor abundancia fueron *Myrsine andina* con 0,01 ind/ha que equivale al 1,72 % y *Oreocallis grandiflora* con 0,02 ind/ha, es decir equivale 3,45 %.

4.1.2.6. Dominancia Relativa

La especie con mayor dominancia fue *Clusia elliptica* con 25,77 %, en cambio las especies con menor dominancia fueron *Oreocallis grandiflora* con un 1,42 % y *Myrsine andina* con 0,68 %.

4.1.2.7. Frecuencia Relativa

Las especies con mayor frecuencia fueron *Baccharis latifolia*, *Gynoxys reinaldi*, *Clusia elliptica*, *Gaultheria erecta*, *Clinopodium taxifolium*, *Lepechinia mutica*, *Persea brevipes*, *Siparuna muricata* las mismas que estuvieron presentes en 2 de las 4 parcelas realizadas para el efecto, lo que se traduce en un 10 % de representatividad y las especies con menor frecuencia fueron *Hedyosmum racemosum*, *Gaultheria reticulata*, *Myrsine andina*, *Oreocallis grandiflora*, con el 5 % cada una.

4.1.2.8. Índice de Valor de Importancia

Las especies ecológicamente más importantes en el estrato arbustivo fueron *Clusia elliptica* 16,52 % y *Persea brevipes* 13,63 % y las especies con menor Índice de Valor de Importancia fueron *Oreocallis grandiflora* con 3,29 % y *Myrsine andina* con 2,47 %.

4.1.3. Estructura de la vegetación del lado occidental de la Central Eólica Villonaco

Se registraron 196 individuos arbóreos pertenecientes a 27 especies > 5 cm DAP (diámetro a la altura del pecho), dentro del área de muestreo seleccionado para el análisis de los perfiles estructurales.

4.1.3.1. Estructura horizontal de la vegetación arbórea del lado occidental de la Central Eólica Villonaco

Tabla 6. Clases diamétricas de especies con valores de DAP ≥ 5

| Clases Diamétricas | Rango de DAP (cm) | # Individuos | Área basal (m²) |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| I | 15 – 24,6 | 118 | 43,38 |
| II | 24,7 – 34,3 | 40 | 10,38 |
| III | 34,4 – 44 | 27 | 8,77 |
| IV | 44,1 – 53,7 | 7 | 0,91 |
| V | 53,8 – 63,4 | 3 | 0,25 |
| VI | 63,5 – 73 | 1 | 0,04 |
| Total | | 196 | 63,73 |

La clase diamétrica I con 118 individuos representa el 60,20 % del total de individuos, mientras que la clase VI corresponde al 0,5 % del total de individuos.

4.1.3.2. Estructura vertical de la vegetación del lado occidental de la Central Eólica Villonaco

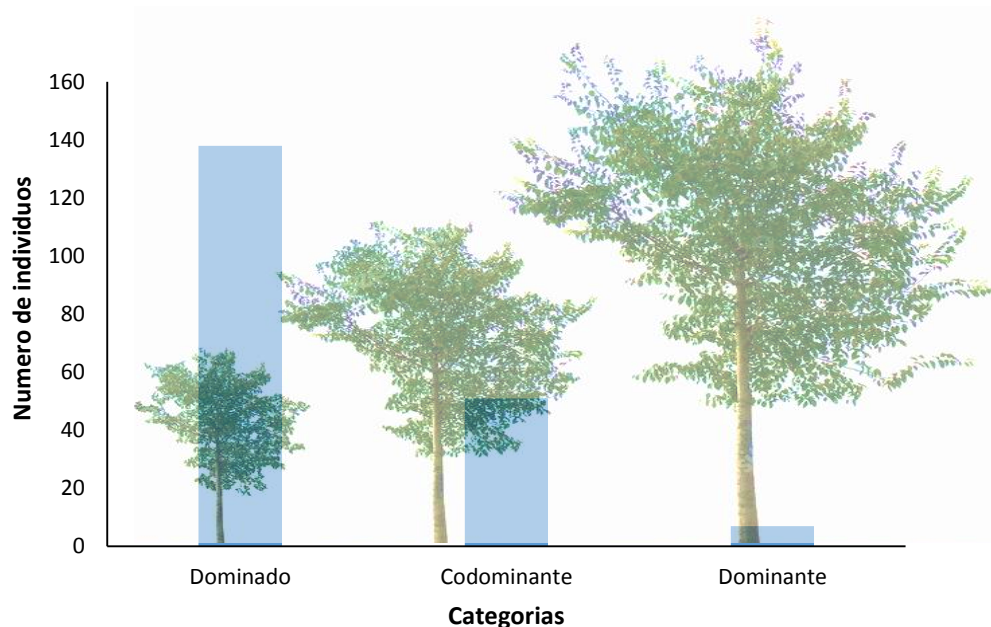


Figura 9. Estructura vertical de la vegetación del lado occidental de la CEV

En la Figura 9 se observa el perfil vertical del bosque de la CEV donde se diferencian tres estratos. El estrato dominante está entre 9,07 a 12,5 m de altura en el cual se registraron 7 individuos, el segundo estrato comprende rangos desde 5,64 a 9,06 m de altura donde hay un total de 51 individuos, y por último están los dominados, entre los 2,2 a 5,63 m de altura, de lo que se encontró un total de 138 individuos.

Por otro lado se realizó el análisis de la estructura vertical del bosque de la CEV por especie, donde se consideró la altura promedio por especie (Figura 10), donde se observa

que la de mayor altura fue *Axinaea macrophylla* con 8,5 m, mientras que la especie dominada, es decir, la que registro menor altura fue *Escallonia Pignata* con 2,7 metros.

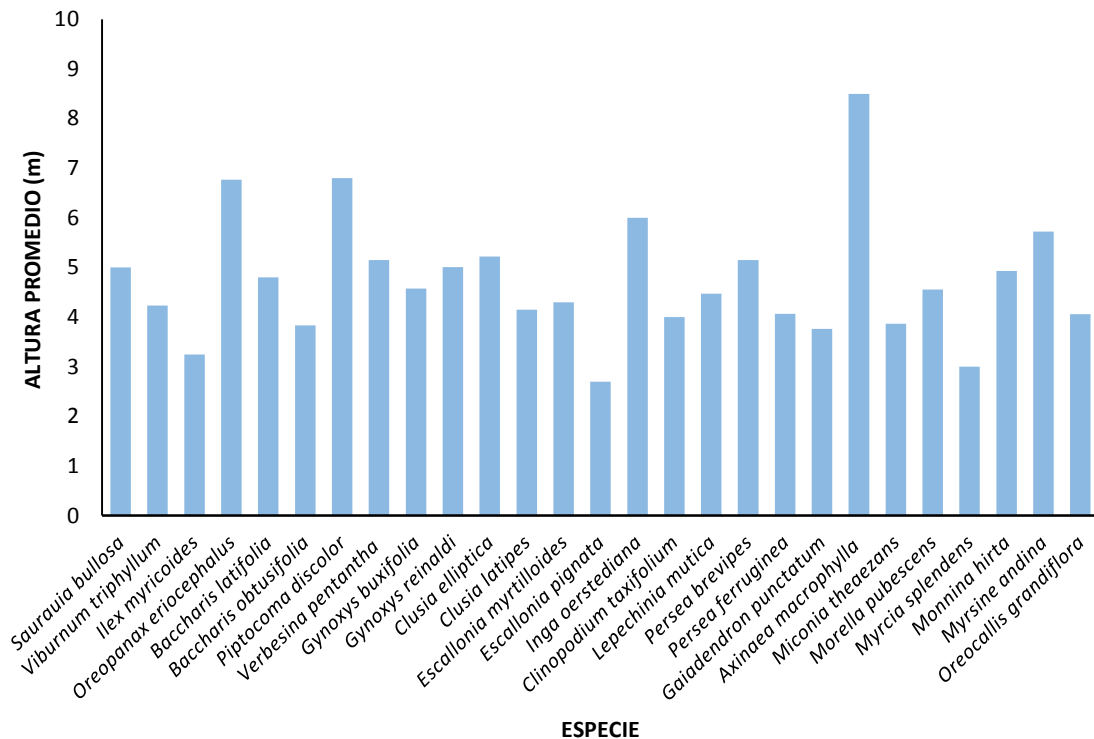


Figura 10. Estructura vertical del estrato arbóreo por especie de la vegetación del lado occidental de la CEV

4.1.4. Análisis de la composición y estructura florística por parche del lado occidental de la CEV

4.1.4.1. Estrato Arbóreo

Para el estrato arbóreo *Myrsine andina* con 10 individuos y *Clusia elliptica* con 16 individuos, fueron las especies con mayor número de individuos para el primer parche. En el segundo parche se registraron *Myrsine andina* con 13 y *Gynoxys reinaldi* con 7 individuos, en cambio en el tercer parche las especies que obtuvieron mayor cantidad de individuos fueron *Myrsine andina* (n=8) y *Morella pubescens* con 5 individuos, en el cuarto parche destacaron *Clusia elliptica* y *Oreopanax eriocephalus*, con 6 individuos cada una.

El IVI de cada parche del estrato arbóreo muestra algunas diferencias en su composición. Se los mencionará desde el primer parche que se encuentra al norte hasta el cuarto que esta al sur como se muestra en la Figura 11, los mismos que están delimitados de color verde.

Tabla 7. Índices de Valor de Importancia más altos y más bajos por parche de lado occidental de la CEV.

| Especies | Parche 1 | Parche 2 | Parche 3 | Parche 4 |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | | | | |
| <i>Myrsine andina</i> | 20,09 | 24,40 | 28,03 | |
| <i>Clusia elliptica</i> | 20,28 | | | 12,35 |
| <i>Gynoxys reinaldi</i> | | 11,90 | | |
| <i>Oreopanax eriocephalus</i> | | | | 18,24 |
| <i>Morella pubescens</i> | | | 11,46 | |
| % IVIs más bajos | | | | |
| <i>Viburnum triphyllum</i> | 2,53 | | | |
| <i>Escallonia pignata</i> | 2,53 | | | |
| <i>Baccharis obtusifolia</i> | | 2,84 | | |
| <i>Gaiadendron punctatum</i> | | 3,57 | | |
| <i>Saurauia bullosa</i> | | | 4,52 | |
| <i>Oreopanax eriocephalus</i> | | | 4,77 | |
| <i>Miconia theaezans</i> | | | | 2,45 |
| <i>Myrcia splendens</i> | | | | 2,45 |

En dos de los cuatro parches, el valor de importancia más alto (IVI) correspondió a *Myrsine andina*, seguida de *Clusia elliptica*, que registró el IVI más alto en el parche 1, mientras que el parche cuatro, se registró a *Oreopanax eriocephalus* como la especie con el mayor índice de valor de importancia. Por el contrario, las especies de menor IVI, fueron diferentes en cada parche, tal es así que *Viburnum triphyllum* en el parche 1; *Baccharis obtusifolia* en el parche 2; *Saurauia bullosa* en el parche 3; y *Miconia theaezans* fueron las que registraron los IVIs más bajos. Los valores detallados de las demás especies se lo puede observar en el anexo 2.

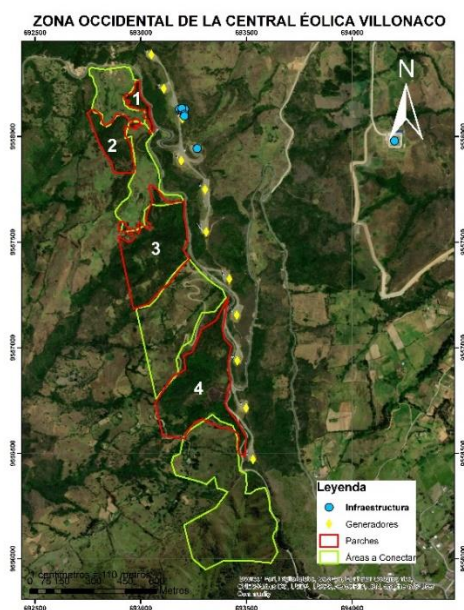


Figura 11. Mapa con la delimitación de los parches del lado occidental de la CEV

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.2. Estrato Arbustivo

En la composición del estrato arbustivo por parche tenemos que las especies con mayor número de individuos fueron *Clusia elliptica*, con 5 individuos y con un IVI de 35,93 % para el primer parche, mientras que en el segundo se registró a *Gaultheria reticulata* con el mismo número de individuos que *Clusia elliptica*, pero con un IVI de 30,51 %, y finalmente en el tercer y cuarto parche se registró con mayor abundancia de individuos a *Persea brevipes* con 5 y 4 especímenes y con un IVI de 24,68 % y 36,77 % respectivamente. La tabla detallada se muestra en el anexo 3.

4.1.4.3. Estructura horizontal por parche de vegetación del lado occidental de la CEV

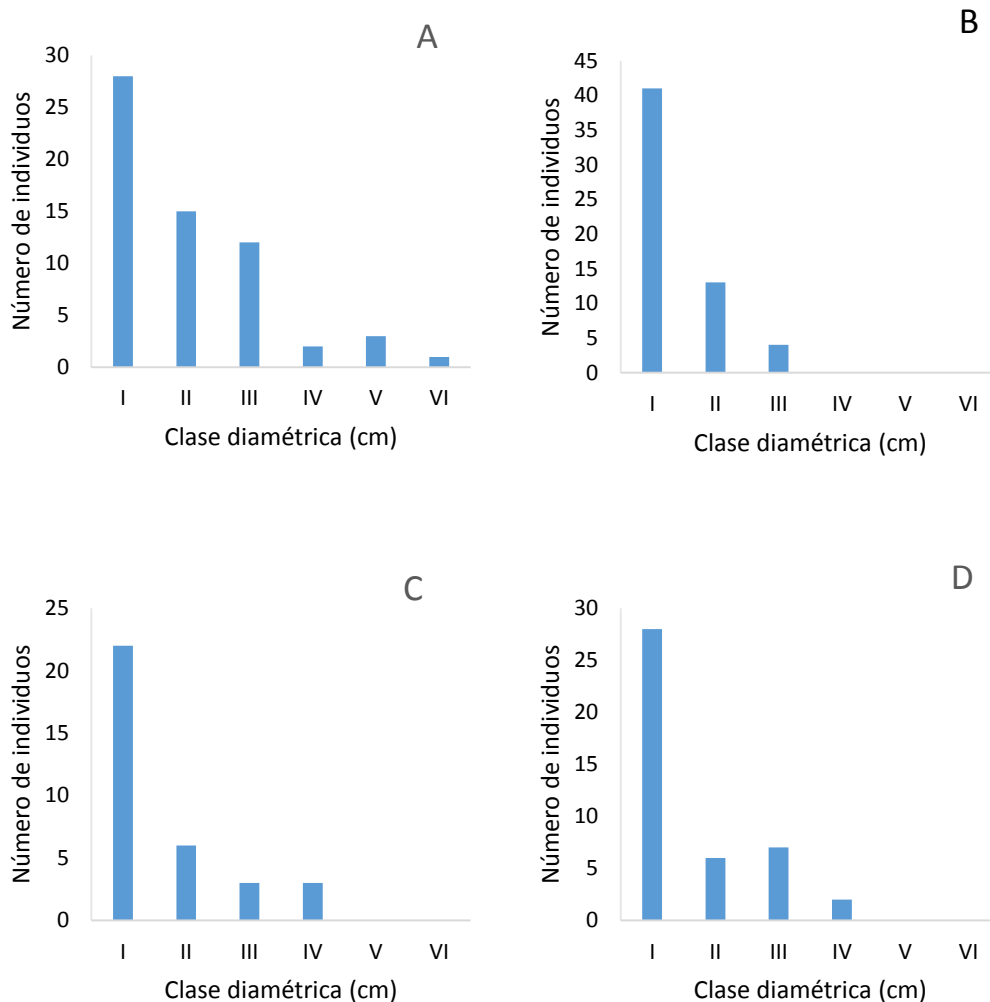


Figura 12. Estructura horizontal del lado occidental la CEV por parche de bosque (A) Parche de bosque 1, (B) Parche de bosque 2, (C) Parche de bosque 3, (D) Parche de bosque 4

La estructura horizontal por parche sigue la misma tendencia de toda la estructura horizontal del lado occidental de la CEV (Figura 12), donde se observa que la clase diamétrica I en todos los parches concentra la mayor cantidad de individuos y así hasta la tercera clase diamétrica; situación muy diferente para las clases diamétricas V y VI, que solo registró individuos en el primer parche.

4.1.4.4. Estructura vertical por parche de la vegetación del lado occidental de la CEV

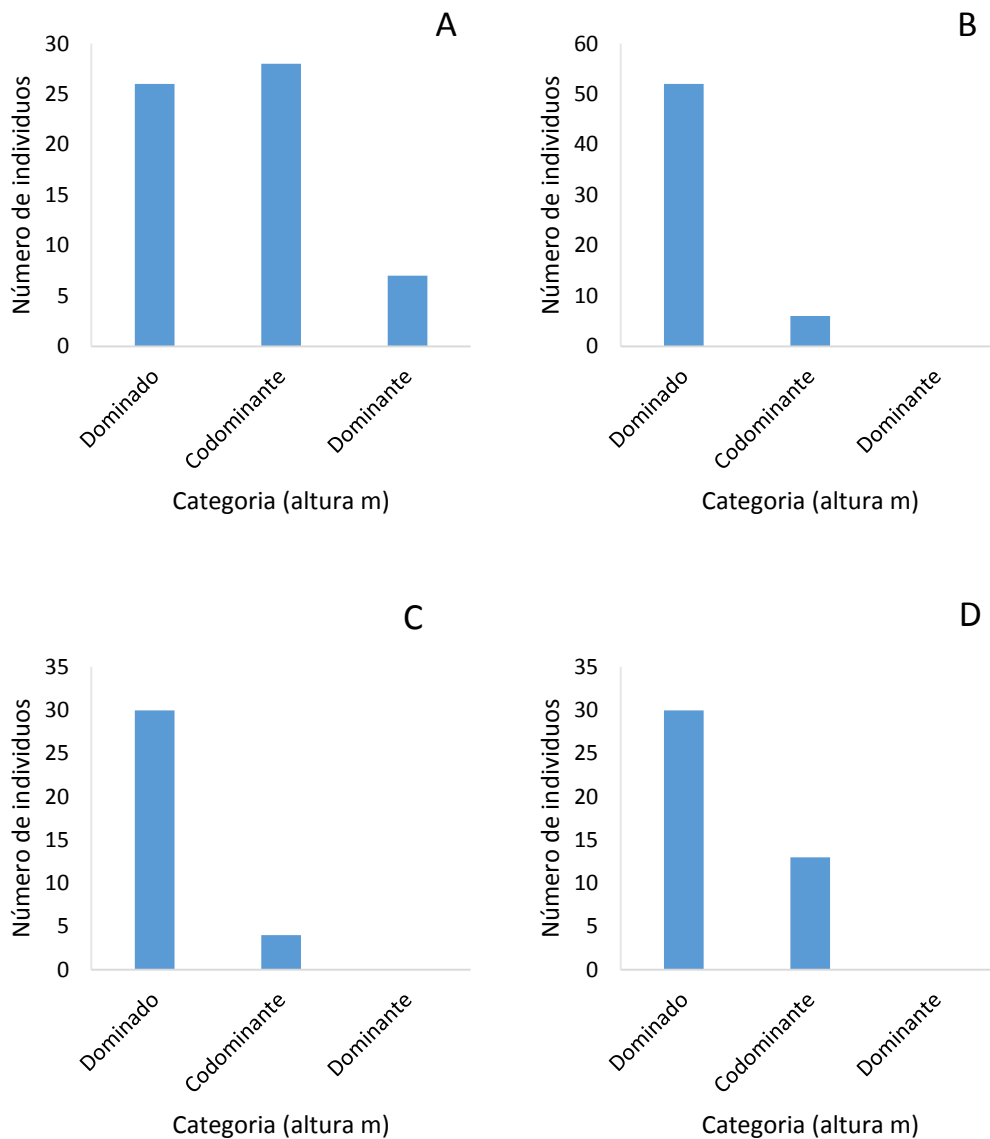


Figura 13. Estructura vertical del lado occidental de la CEV por parche de bosque (A) Parche de bosque 1, (B) Parche de bosque 2, (C) Parche de bosque 3, (D) Parche de bosque 4.

Cada parche muestra una estructura vertical similar, donde la mayor abundancia de individuos se concentra en la categoría dominado (alturas de 2,2 a 5,63 m). En la Figura

13 se observa que en el primer parche hay una ligera diferencia en función de los demás, ya que se registró mayor cantidad de individuos en la categoría codominante que van desde los 5,64 m a 9,06 metros de altura. Por último, en los parches B, C y D no se registraron individuos en la categoría dominante.

4.2. Distribución espacial de las especies florísticas en la parte occidental de CEV

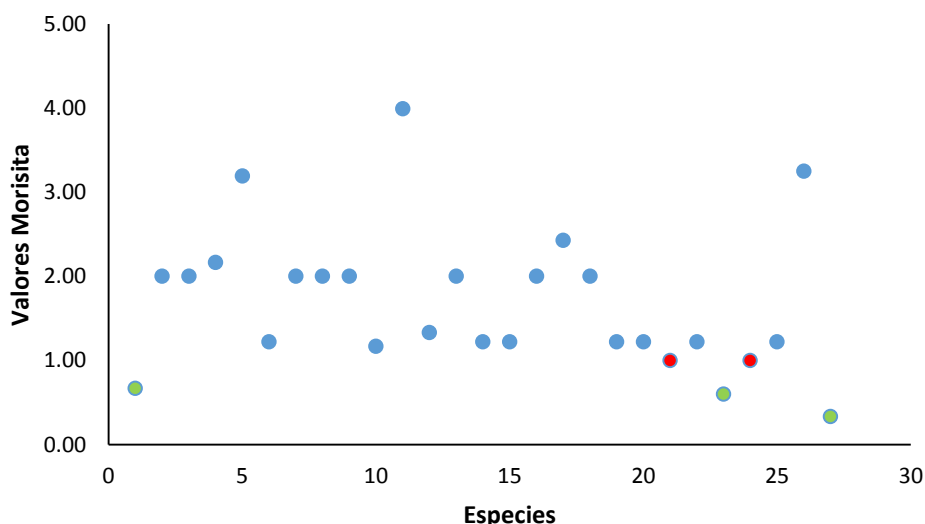


Figura 14. Distribución espacial de la occidental de la CEV
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura 14, solo hay dos especies (marcada de color rojo) que se encuentra distribuidas de forma aleatoria que son *Miconia theaezans* y *Mycia splendens*, mientras que tres especies (marcadas de color verde) se distribuyen uniformemente como son *Saurauria bullosa*, *Morella pubescens* y *Oreocallis grandiflora*, y las 22 restantes (color azul) son valores mayor que 1, lo que significa que se encuentran distribuidas de forma agrupada.

4.3. Estrategia ambiental para la recuperación de las zonas degradadas dentro del área de influencia de la CEV en base a las especies de importancia ecológica identificadas

Como estrategia ambiental para la recuperación de las zonas degradadas se realizó una guía técnica con pasos fundamentales para la restauración ecológica propuesta a CELEC como administrador de la CEV, para su implementación. Esta guía es específicamente para del lado occidental del área de implantación de CEV y se sugieren especies que tengan un alto valor ecológico (Anexo 4).

5. DISCUSIÓN

El lado occidental de la Central Eólica Villonaco (CEV) está compuesto por 254 individuos, agrupados en 31 especies, dentro de 25 géneros y 20 familias. Esta abundancia es menor a lo reportado en el estudio de Ordóñez et al. (2016), quienes realizaron un estudio similar en el mismo lugar, pero estos autores abarcaron tanto el lado oriental como el lado occidental de la CEV, obteniendo un registro de 978 individuos que corresponden a 79 especies, 54 géneros y 38 familias. Se recalca además que en aquel estudio, se inventariaron hierbas, arbustos y árboles mientras que en este estudio solo se trabajó con árboles y arbustos.

La riqueza florística de la CEV es menor a la presentada en los trabajos realizados por Aleaga (2014), en una gradiente altitudinal entre la provincia de Loja y Zamora Chinchipe, que reporta 35 especies distribuidas en 22 familias, y a lo registrado por Reyes (2017) en el bosque montano del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, donde se registraron 45 especies, distribuidas en 39 géneros y 29 familias. Y aquella documentada por Lozano et al., (2007), quien en un bosque montano en el Occidente del Parque Nacional Podocarpus registró 412 especies de plantas, pertenecientes a 185 géneros y 75 familias.

En el estrato arboreo del lado occidental de la CEV, la familia con mayor riqueza de especies fue Asteraceae, este resultado coincide con el estudio de Ordóñez et al. (2016), donde registraron a Asteraceae y Ericaceae con mayor riqueza. De la misma forma, Reyes (2017) también registra a Asteraceae, así como Rubiaceae, Araliaceae, Melastomataceae y Primulaceae como las más diversas. Así mismo, Lozano et al. (2007), registra con mayor riqueza a la familia Asteraceae y Melastomataceae. Al contrario de ello, Aleaga (2014) registra una familia diferente (Aquifoliaceae) como la más diversa, que fue la que registró mayor número de especies en aquella investigación realizada en una gradiente altitudinal entre la provincia de Loja y Zamora Chinchipe.

En lo que respecta al estrato arbóreo, las especies con mayor abundancia fueron *Myrsine andina* y *Clusia elliptica* (anexo 5), coincidiendo con lo dicho por Ordóñez et al. (2016), donde tuvieron a *Oreopanax andreanus* Marchal., *Gynoxys buxifolia*, *Myrsine andina* y *Clusia elliptica* como las más abundantes. En el trabajo de Aleaga (2014), la especie con mayor abundancia es *Faramea coerulescens* K.Schum. & K.Kraus, mientras

que en la investigación de Reyes (2017), se reporta a *Palicourea amethystina* (Ruiz & Pav.) DC y *Phenax laevigatus* Wedd., como aquellas con mayor número de individuos.

El Índice de Diversidad de Shannon mostró una mediana diversidad del estrato arbóreo, con un valor de $H' = 2,84$ bitios. Esto ocurrió en función de las 27 especies registradas en el lado occidental de la CEV, en cambio el mismo índice calculado por Ordóñez et al. (2016), sugiere que la zona es altamente diversa ($H' = 3,69$) en función de las 79 especies registradas en aquel estudio y de que aquellos autores realizaron su estudio tanto en el oriente como en el occidente de la CEV.

Las especies ecológicamente más importantes del estrato arbóreo dentro de la presente investigación fueron: *Myrsine andina* (Yuber colorado) y *Clusia elliptica* (Duco) con IVIs superiores al 21,68 % y 14,07 % respectivamente; estas especies también presentaron la mayor área basal, por ende la mayor dominancia, así como el mayor número de individuos, mientras que las especies con menor IVI fueron *Axinaea macrophylla* (Tuno rojo) y *Myrcia splendens*. Ordóñez et al. (2016) registraron como las más importantes a *Oreopanax andreanus*, *Gynoxys buxifolia*, *Myrsine andina* y *Oreocallis grandiflora*, coincidiendo dos de ellas con la presente investigación. Por otro lado, las especies que registraron índices de valor de importancia bajos fueron las mismas que registraron menores dominancias y número de individuos, entre ellas *Lepechinia mutica* Benth (Chachacomillo), *Myrcia fallax* (Rich.) DC., (Arrayán), *Solanum smithii* S. Knapp. (Mata perro), *Symplocos fuscata* Barriga, P. & Pitman, (Higo de pava) y *Piper bogotensis* C.DC. (Cordoncillo). Por lo contrario, en los registros de Aleaga (2014), están especies como *Faramea coerulea* K.Schum. & K.Krause, *Podocarpus oleifolius* D.Don, *Ilex nervosa* Triana; y, Reyes (2017) documenta *Alnus acuminata* Kunth, *Palicourea amethystina* (Ruiz & Pav.) DC., *Phenax laevigatus* Wedd. como las de mayor índice de valor de importancia.

Por su parte, en el estrato arbustivo las familias más diversas fueron Ericaceae y Lamiaceae, la primera coincide con el trabajo de Ordóñez et al. (2016), quienes la reportan en segundo orden de importancia, en cambio Aleaga (2014), reporta como las más diversas a las familias Symplocaceae y Melastomataceae; y por último, Reyes (2017) menciona a Rubiaceae y Urticaceae como las de mayor número de especies.

Las especies con mayor abundancia en el estrato arbustivo de la presente investigación fueron *Persea brevipes* y *Clusia elliptica*, pero en el estudio de Ordóñez et al. (2016), se registra a *Gaultheria reticulata*, *Gynoxys buxifolia* y *Baccharis* sp. como las más numerosas. En cambio en los resultados de Aleaga (2014), *Chusquea scandens* y *Piper asperiusculum* Kunth, aparecen como las más abundantes. Éstas no coinciden con las especies reportadas por otros estudios, porque Aleaga (2014) también incluyó el estrato herbáceo en su investigación. Así mismo el presente estudio tampoco coincidió con ninguna especie de mayor abundancia registrada por Reyes (2017) (e.g. *Palicourea amethystina* (Ruiz & Pav.) DC y *Phenax laevigatus* Wedd).

El Índice de Diversidad de Shannon en el estrato arbustivo presentó un valor de $H' = 2,38$ bitios, lo que significa que la zona tiene una diversidad media con relación a este estrato. Esto coincide con lo mencionado por Ordóñez et al. (2016), quienes señalan una mediana diversidad para la zona ($H' = 2,92$ bitios). Esta misma diversidad fue reportada por Reyes (2017) en el bosque montano del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, con 3,16 bitios.

Las especies ecológicamente más importantes en el estrato arbustivos de esta investigación fueron *Clusia elliptica* y *Persea brevipes* y las especies con menor IVI fueron *Oreocallis grandiflora* y *Myrsine andina*; por lo contrario, las especies con mayor Índice de Valor de Importancia ecológica registrado por Ordóñez et al. (2016) son *Gaultheria reticulata* y *Gynoxys buxifolia*; y, las que reporta Aleaga (2014), son *Chusquea scandens*, *Faramea coerulescens* y *Piper asperiusculum*.

En la estructura horizontal del lado occidental de la Central Eólica Villonaco, el mayor número de individuos se encuentra en la clase diamétrica I con 118 individuos que representan el 60,20 %, al contrario la clase diamétrica VI cuenta con un solo individuo que corresponde al 0,5 % del total.

El área basal total del lado occidental de la CEV fue de 63,73m². La mayor contribución la hicieron los individuos de diámetros pequeños, es decir, los de la clase diamétrica I (15-24,6 cm) que presentaron una área basal total de 43,38 m² (68,06 %), mientras que el único individuo de la clase diamétrica VI (63,5-73 cm) presentó un total de 0,04 m² de área basal, que representa el 0,06 %. Se puede evidenciar que el bosque del lado occidental de la CEV es un bosque joven, con árboles y arbusto de diámetros

pequeños, los mismos que constituirían la reserva natural del bosque. Lo contrario ocurre con los árboles y arbustos de la clase diamétrica VI, los mismos que indicarían un bosque maduro, pero al haberse registrado un único individuo en esta clase diamétrica, se corrobora lo dicho anteriormente. Esto indica claramente que el bosque se encuentra en proceso de recuperación luego de haber estado sometido a factores antrópicos (Celi, 2018).

La estructura vertical del bosque de la parte occidental de la CEV, se clasificó en tres estratos, los cuales son el dominante, codominante y dominado (Aguirre, 2015), repitiendo el patrón típico de los bosques andinos con tres estratos, siendo los más abundantes los árboles jóvenes, seguido de los codominantes y por último los dominantes. En trabajos similares como el de Reyes (2017) y Celi (2018), se repitió este patrón, es decir, en todos esos estudios hay más abundancia en el estrato dominados y codominate, lo que corrobora la idea de que el bosque está en pleno proceso de recuperación y crecimiento.

Con respecto a la composición florística en el estrato arbóreo por parches de lado occidental de la CEV, se evidenció que hay especies particulares presentes en unos parches y en otros no (Anexo 2). Por otro las especies con menor IVI fueron diferentes en todos los parches. En cambio en la composición florística del estrato arbustivo por parches para el primer parche, las especies con mayor IVI en el primer y segundo parche son diferentes, en cambio en los dos últimos parches coincide que *Persea brevipes* sea la de mayor IVI.

En lo que respecta a la estructura horizontal, se compararon los cuatro parches de vegetación, de manera general, la estructura total del lado occidental de la CEV es muy similar entre sí, en donde la clase diamétrica, tuvo mayor abundancia de individuos en todos los parches, mientras que las clases diamétricas V, VI, solo registraron individuos en el primer parche, lo que corrobora la idea de que se trata de un bosque joven con fustes delgados.

La estructura vertical por parche es similar en toda el área muestreada, donde la mayor cantidad de individuos ocurre en la categoría dominado que son árboles muy pequeños, mientras que solo en el primer parche se observó una pequeña diferencia, al registrar mayor cantidad de individuos en la categoría dominante con alturas que superan los 8

metros de altura. En los otros tres parches no se registraron individuos en las categorías de grandes alturas, lo que refuerza aún más la idea de que se trata de un bosque en sucesión.

La mayor parte de las especies en el lado occidental de la CEV (85,48 %), tienen una distribución espacial agrupada, lo que significa que la probabilidad de encontrar un conoespecífico cerca de otra fue relativamente alta, lo que puede ser atribuido a baja dispersión de semillas y a la heterogeneidad del hábitat, principalmente a factores edáficos (Cabrera y Wallace, 2007), en cambio Audesirk, Audesirk y Bruce, (2004) mencionan que se da el agrupamiento porque los recursos están localizados. Las especies que se encuentran de forma aleatoria fueron *Miconia theaezans* y *Myrcia splendens*, lo que indica que están distribuidas al azar y los recursos que necesitan están disponibles por igual en toda el área que habitan (Audesirk, Audesirk y Bruce, 2004), mientras que las especies que se encuentran distribuidas uniformemente fueron *Saurauia bullosa*, *Morella pubescens* y *Oreocallis grandiflora*, lo que implica que estas especies están espaciadas equitativamente, conservando una distancia relativamente constante, debido a la competencia por nutrientes, minerales, agua etc. que pueden existir. Todas estas distribuciones son corroboradas por Taylor (1961), quien asegura que la forma más común de distribución de las especies en la naturaleza es agrupada, especialmente, en áreas pobladas con árboles en lugares de desarrollo iniciales como el estudio que nos compete.

6. CONCLUSIONES

- En los 1 600 m² de muestreo del lado occidental de la Central Eólica Villonaco (CEV) se registraron 31 especies en 25 géneros y 20 familias, lo que explica la mediana diversidad calculada a través del índice de Shannon.
- Las especies *Myrsine andina*, *Clusia elliptica* y *Persea brevipes* cuyas densidades, diámetros de fuste y la frecuencia de aparición las convierten en las más importantes para la zona.
- La estructura horizontal y vertical de la CEV corrobora que se trata de un bosque joven en proceso de recuperación.
- La distribución espacial del lado occidental de la Central Eólica Villonaco es de forma agregada en su mayor parte, esto significa que la comunidad vegetal está distribuida en grupos que es la distribución que impera en la naturaleza.
- En base a los resultados de la distribución espacial, se demuestra que las especies con mayor importancia ecológica se encuentran de forma agregada, por esta razón se deben reforestar en asociación para elevar la probabilidad de éxito.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar una investigación con las mismas características en la parte oriental de la Central Eólica Villonaco para corroborar la estrategia de restauración y la conectividad del bosque Villonaco.
- Monitorear el trabajo realizado en la parte occidental de la CEV con la finalidad de contar con información que a futuro permita conocer la dinámica del bosque y demostrar el éxito o fracaso del proceso de reforestación que fuera implementado.
- Los resultados obtenidos en el presente trabajo, deben ser considerados como un estudio base de la composición, estructura y distribución de las especies vegetales, para planificar el manejo y conservación del bosque.
- Es recomendable que la restauración ecológica que se implemente, se la realice de forma agregada ya que los resultados de acuerdo a esta investigación nos indica es la manera más favorable para que un proceso de restauración sea exitoso en este tipo de ecosistemas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar M. y Ramírez W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres*. Bogotá - Colombia.
- Aguirre Z. y Aguirre N. (2017). *Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. Biodiversity of the province of Loja, Ecuador*. Loja-Ecuador.
- Aguirre Z., Loja A., Solano M. y Aguirre N. (2015). *Especies Forestales más aprovechadas del Sur del Ecuador. Universidad Nacional de Loja*. Loja - Ecuador.
- Aguirre, Z. y Aguirre, N. (1999). *Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario Loja #5 Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja*. Loja, Ecuador.
- Aguirre, Z. y Yaguana, C. (2012). *Documento guía de métodos para la medición de la biodiversidad Universidad Nacional de Loja*. Loja - Ecuador.
- Aguirre, Z., Cabrera, O y Maza, B. (2001). *Bosque montano del Parque Nacional Podocarpus*. Loja-Ecuador.
- Alburquerque, J. (2016). *Riqueza Específica*. Obtenido de http://www.academia.edu/7689791/Riqueza_espec%C3%ADfica
- Aldrich P. R. Parker, G. R., Ward, J. S. & Michler, C. H. (2003). *Spatial dispersion of trees in an old-growth temperate hardwood forest over 60 years of succession. Forest Ecology and Management 180(1-3): 475-491*.
- Aleaga L. (2014). *Patrones de diversidad y distribución de plantas leñosas en una gradiente altitudinal entre la provincia de Loja y Zamora Chinchipe (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Loja*. Loja - Ecuador.
- Altamirano, A y Lara, A. (2007). *Efecto de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetacional de las poblaciones amenazadas de Legrandia concinna (Myrtaceae) del centro-sur de Chile*.
- Audesirk Teresa, Audesirk Gerald y Bruce E. (2004). *Biología Ciencia y Naturaleza*. Ciudad Mexico - Mexico.
- Bendaña, Z. S. (2004). *Estructura y composición de un paisaje boscoso fragmentado: Herramienta para el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad.(Tesis de Posgrado) Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*. Turrialba, Costa Rica .
- Cabrera H. y Wallace R. (2007). *Densidad y distribución espacial de palmeras arborescentes en un bosque preandino-amazónico de Bolivia*. La Paz - Bolivia.

- Carrasco T. A. (2014). *Manuales de procedimientos y organización, así como apoyo en las diferentes actividades que se realizan en el área. (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Querétaro. Querétaro - México.*
- Celi D. H. (2018). *Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe-Ecuador (Tesis de pregrado). Loja - Ecuador.*
- CINFA . (2006). *Informe Técnico del proyecto “Evaluación del estado de conservación de áreas protegidas y bosques protectores de las provincias de Loja y Zamora Chinchipe y perspectivas de intervención”.* Loja - Ecuador.
- CONAFOR. (2010). *Prácticas de reforestación: manual básico. Obtenido de http://www.conafor.gob.mx/Biblioteca/Manual_Practicas_de_Reforestación.pdf.*
- Curtis JT y McIntosh RP. (1951). *An upland forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin Ecology 32: 476-496.*
- Fehse J., Aguirre N., Paladines C., de Nie D., Hofstede R. y Sevink J. (1998). *Caracterización de los bosques naturales de la sierra del Ecuador con mapa de bosques andino.* Quito - Ecuador.
- Ferrer, J. (2010). *Conceptos Básicos de la Metodología de la Investigación.* Caracas - Venezuela.
- Finegan, B. (1992). *Bases Ecológicas para la Silvicultura, Turrialba Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), (64-87), 170p.*
- Gómez M., Anaya J., y Alvarez D. (2005). *Análisis de fragmentación de los ecosistemas boscosos en una región de la cordillera central de los andes colombianos.* Medellín - Colombia.
- Hedrick, P.W. (2001). *Conservation genetics: where are we now? Trends in Ecology and Evolution pag. 629.*
- Jørgensen P. y León Y. (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. Quito- Ecuador.*
- Kattan, G. (2002). *Fragmentación. Patrones y Mecanismos de Extinción de especies . En: Guariguata, M. & G. Kattan (Eds.), Ecología y conservación de bosques neotropicales. Libro universitario regional.* Costa Rica.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology.* Addison Wesley Longman. California - EEUU.
- Labbé, I. T. (2012). *Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental de Centrales Eólicas de Generación de Energía Eléctrica.* Santiago de Chile - Chile.
- Lamprech, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos, gtz., Alemania.*

- Leffler, N. (2007). Matices del verde. Los bosques . *Revista ABB*, 62-68.
- Magurran, A. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, Princeton. N. J., 179 p.
- Millo C., González M. y Fuentes D. (2017). *Manual de procedimiento para el Control Interno en la Universidad Metropolitana*. Universidad y Sociedad. Quito - Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito - Ecuador.
- Mola, I., Sopeña, A. y de Torre, R. (2018). *Guía Práctica de Restauración Ecológica* Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid - España.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. CYTTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Zaragoza - España.
- Morisita, M. (1962). Ig-Index, a measure of dispersion Researches on Population Ecology. *Population Ecology*, 1-7.
- Ordóñez O., Valarezo A., Christian M., y Medina M. (2016). *Diagnóstico para el monitoreo del impacto ambiental "Riesgos a la avifauna y los mamíferos voladores por la operación de los aerogeneradores de la Central Villonaco"*. Loja - Ecuador.
- Pablo C. , Rainer W. y Manfred K. (2007). *Diversidad florística del bosque montano en el Occidente del Parque Nacional Podocarpus, Sur del Ecuador y su influencia en la flora pionera en deslizamientos naturales*. Loja - Ecuador.
- Patricia V., y Orlando V. (2007). *Problemática de los bosques altoandinos*. Bogotá - Colombia: Universidad nacional de Colombia.
- Pedro J. V. (2010). *Causas de los procesos territoriales de fragmentación de hábitats*. Viscaya - España.
- Reyes J. B. (2017). *Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque montano del parque universitario "Francisco Vivar Castro", provincia de Loja (Tesis de pregrado)*. Loja - Ecuador.
- Rosales, C., y Sánchez, O. (2002). *Dinámica poblacional en el bosque nublado del Parque Nacional Podocarpus, sector Cajanuma. (Tesis de pregrado)* Universidad Nacional de Loja. Loja - Ecuador.
- SER. (2002). Society for Ecological Restoration Science & Policy Working Group. *The SER Primer on Ecological Restoration*, 9 pp.

- Shannon CE y Weaver W . (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.
- Sierra, R. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF Y EcoCiencia*. Quito - Ecuador: Indugraf.
- Simpson E.H. (1949). *Measurement of diversity Nature*, 163 (1949), p. 688.
- T. Santos, y Tellería L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *AEET, Asociación Española de Ecología Terrestre*, 3 -10.
- Taylor, L. R. (1961). *Aggregation, variance and the mean. Nature* 189: 732-735.
- Vallauri, D., J. Aronson, y N. Dudley. (2005). *An attempt to develop a framework for restoration planning. En: S. Mansourian, D. Vallauri, y N. Dudley, editores. Restoration in landscapes. Beyond planting trees. Springer*. Nueva York, NY, EE.UU.
- Varela C. L. (2017). *Guía Técnica para la elaboración de Manuales de Procedimientos*. Ciudad de Mexico - Mexico.
- Vargas G. (2008). *Fragmentación y conectividad de ecosistemas en el sector del proyecto geotérmico Miravalles y sus alrededores*. Miravalles - España.
- Vargas O, Diaz J, Reyes S, y Gómez P., (2012). *Guías Técnicas para las Restauración Ecológica de los Ecosistemas de Colombia. Grupo de restauración ecológica GREUNAL*. Bogotá - Colombia.
- Young, T. (2000). Restoration ecology and conservation biology. *Biological conservation* , 92(1), 73-83.

9. ANEXOS

Anexo 1. Tabla completa de la especies del lado occidental de la CEV

| Familia | Nombre científico | Nombre común | CAP (cm) | HT (m) |
|----------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------|---------------|
| Actinidiaceae | <i>Saurauia bullosa</i> | Monte de oso | 25 | 6,5 |
| Actinidiaceae | <i>Saurauia bullosa</i> | Monte de oso | 24,4 | 3,5 |
| Adoxaceae | <i>Viburnum triphyllum</i> | Pelotillo Blaco o Chuque | 18,5 | 5,5 |
| Adoxaceae | <i>Viburnum triphyllum</i> | Pelotillo Blaco o Chuque | 18,4 | 2,4 |
| Adoxaceae | <i>Viburnum triphyllum</i> | Pelotillo Blaco o Chuque | 21,1 | 4 |
| Adoxaceae | <i>Viburnum triphyllum</i> | Pelotillo Blaco o Chuque | 20 | 4,5 |
| Adoxaceae | <i>Viburnum triphyllum</i> | Pelotillo Blaco o Chuque | 19,5 | 4 |
| Adoxaceae | <i>Viburnum triphyllum</i> | Pelotillo Blaco o Chuque | 20,5 | 5 |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex myricoides</i> | Negrillo | 23,5 | 3 |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex myricoides</i> | Negrillo | 24 | 3,5 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 36,5 | 9 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 37,2 | 8 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 32,3 | 6,2 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 52 | 8,5 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 73 | 9,5 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 38 | 7,2 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 25,7 | 5,8 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 27,5 | 6 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 20 | 4 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 36 | 7 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 18 | 4,5 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 20 | 4 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 44 | 8 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 31,5 | 6,6 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 33 | 6 |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | Pumamaqui | 50 | 8 |
| Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> | Chilca larga | 24 | 3,8 |

| Familia | Nombre científico | Nombre común | CAP (cm) | HT (m) |
|----------------|------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
| Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> | Chilca larga | 30 | 6,2 |
| Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> | Chilca larga | 35,3 | 6,5 |
| Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> | Chilca larga | 23,7 | 4,1 |
| Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> | Chilca larga | 17 | 4,5 |
| Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> | Chilca larga | 22,6 | 5,5 |
| Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> | Chilca larga | 21,5 | 3 |
| Asteraceae | <i>Baccharis obtusifolia</i> | Chilca redonda | 16 | 3,5 |
| Asteraceae | <i>Baccharis obtusifolia</i> | Chilca redonda | 18 | 4,5 |
| Asteraceae | <i>Baccharis obtusifolia</i> | Chilca redonda | 16,5 | 3,5 |
| Asteraceae | <i>Piptocoma discolor</i> | Casique, Pigue | 38,5 | 7 |
| Asteraceae | <i>Piptocoma discolor</i> | Casique, Pigue | 41,3 | 6,5 |
| Asteraceae | <i>Piptocoma discolor</i> | Casique, Pigue | 45,8 | 7,3 |
| Asteraceae | <i>Piptocoma discolor</i> | Casique, Pigue | 40,2 | 6,4 |
| Asteraceae | <i>Verbesina pentantha</i> | Tarapo | 21,8 | 6,3 |
| Asteraceae | <i>Verbesina pentantha</i> | Tarapo | 16 | 4 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys buxifolia</i> | Tunashi blanco | 25,5 | 5,3 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys buxifolia</i> | Tunashi blanco | 20,1 | 3,5 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys buxifolia</i> | Tunashi blanco | 21,3 | 4,5 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys buxifolia</i> | Tunashi blanco | 24,5 | 5 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 44 | 8 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 27 | 3 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 37,8 | 4,5 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 33 | 5 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 36,5 | 4,5 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 23 | 3,7 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 21 | 4 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 21,5 | 4,2 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 16,5 | 4,7 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 25 | 6,3 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 29,5 | 5,5 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 23 | 4 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 15 | 4,4 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 35 | 5,5 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 38,5 | 6,5 |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | Huesito; Quiebramachete | 38,3 | 6,3 |
| Cruciaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 16,1 | 5,2 |
| Cruciaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 23,7 | 6,8 |
| Cruciaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 20,3 | 7 |
| Cruciaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 28 | 7,2 |
| Cruciaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 21,3 | 6,4 |
| Cruciaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 27,4 | 7,9 |
| Cruciaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 19,5 | 3 |
| Cruciaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 16 | 5,3 |
| Cruciaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 29 | 5,2 |

| Familia | Nombre científico | Nombre común | CAP (cm) | HT (m) |
|----------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------|
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 19 | 3,8 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 22,2 | 4,3 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 17 | 5,4 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 32,4 | 6,7 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 16,4 | 6,7 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 21,8 | 5,8 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 22,5 | 5,5 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 16 | 4,5 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 16,5 | 4 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 21,6 | 5,2 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 17 | 4,5 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 15,5 | 4 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 25 | 3,5 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 17,4 | 2,7 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 19,5 | 3,3 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 24 | 5,2 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 20,5 | 4,5 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 24,3 | 3,8 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 34 | 4 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 18,6 | 4 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 20,3 | 4,8 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | Duco | 22,5 | 6,5 |
| Crusiaceae | <i>Clusia latipes</i> | Duco | 18,5 | 8,4 |
| Crusiaceae | <i>Clusia latipes</i> | Duco | 24,3 | 5,4 |
| Crusiaceae | <i>Clusia latipes</i> | Duco | 19 | 2,6 |
| Crusiaceae | <i>Clusia latipes</i> | Duco | 25,5 | 4,5 |
| Crusiaceae | <i>Clusia latipes</i> | Duco | 20 | 3 |
| Crusiaceae | <i>Clusia latipes</i> | Duco | 18,8 | 3,5 |
| Crusiaceae | <i>Clusia latipes</i> | Duco | 29 | 2,5 |
| Crusiaceae | <i>Clusia latipes</i> | Duco | 23,5 | 4,5 |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia myrtilloides</i> | Rodamonte o La tasa de Perú | 19,4 | 3,8 |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia myrtilloides</i> | Rodamonte o La tasa de Perú | 25,4 | 4,3 |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia myrtilloides</i> | Rodamonte o La tasa de Perú | 23,5 | 5 |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia myrtilloides</i> | Rodamonte o La tasa de Perú | 18,5 | 3,5 |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia pignata</i> | n/a | 18,8 | 2,6 |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia pignata</i> | n/a | 19,7 | 3 |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia pignata</i> | n/a | 16,5 | 2,5 |
| Fabaceae | <i>Inga oerstediana</i> | Guaba musga | 40,5 | 6 |
| Fabaceae | <i>Inga oerstediana</i> | Guaba musga | 38 | 5,5 |
| Fabaceae | <i>Inga oerstediana</i> | Guaba musga | 42,3 | 6,5 |
| Lamiaceae | <i>Clinopodium taxifolium</i> | Poleo del inca | 16,5 | 3,5 |

| Familia | Nombre científico | Nombre común | CAP (cm) | HT (m) |
|-----------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|---------------|
| Lamiaceae | <i>Clinopodium taxifolium</i> | Poleo del inca | 17,1 | 4,5 |
| Lamiaceae | <i>Lepechinia mutica</i> | Casa Casa | 18 | 4 |
| Lamiaceae | <i>Lepechinia mutica</i> | Casa Casa | 34 | 8,7 |
| Lamiaceae | <i>Lepechinia mutica</i> | Casa Casa | 21,5 | 4,5 |
| Lamiaceae | <i>Lepechinia mutica</i> | Casa Casa | 16 | 2,6 |
| Lamiaceae | <i>Lepechinia mutica</i> | Casa Casa | 16,5 | 3 |
| Lamiaceae | <i>Lepechinia mutica</i> | Casa Casa | 22,4 | 5 |
| Lamiaceae | <i>Lepechinia mutica</i> | Casa Casa | 22 | 3,5 |
| Lauraceae | <i>Persea brevipes</i> | Pacarco | 29,5 | 5,6 |
| Lauraceae | <i>Persea brevipes</i> | Pacarco | 25 | 5,5 |
| Lauraceae | <i>Persea brevipes</i> | Pacarco | 21,5 | 6 |
| Lauraceae | <i>Persea brevipes</i> | Pacarco | 19 | 3,5 |
| Lauraceae | <i>Persea ferruginea</i> | Aguacatillo | 19,6 | 3,9 |
| Lauraceae | <i>Persea ferruginea</i> | Aguacatillo | 23,2 | 4,5 |
| Lauraceae | <i>Persea ferruginea</i> | Aguacatillo | 20,5 | 3,8 |
| Loranthaceae | <i>Gaiadendron punctatum</i> | Violeta de campo | 16,4 | 3,5 |
| Loranthaceae | <i>Gaiadendron punctatum</i> | Violeta de campo | 16,5 | 3,8 |
| Loranthaceae | <i>Gaiadendron punctatum</i> | Violeta de campo | 25,2 | 4 |
| Melastomataceae | <i>Axinaea macrophylla</i> | Tuno rojo | 33 | 8,5 |
| Melastomataceae | <i>Miconia theaezans</i> | Sierra | 18,3 | 4,4 |
| Melastomataceae | <i>Miconia theaezans</i> | Sierra | 16,5 | 3,5 |
| Melastomataceae | <i>Miconia theaezans</i> | Sierra | 16,8 | 3,7 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 31,2 | 6,3 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 24,2 | 7 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 23 | 4,5 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 22,5 | 5 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 25,00 | 5 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 40,1 | 6,5 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 29,6 | 4 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 21,2 | 3 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 24,2 | 3 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 15 | 2,2 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 16 | 3,9 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 19 | 2,5 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 39,3 | 6,3 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 20 | 4,5 |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | Laurel de cera | 21,3 | 4,7 |
| Myrtaceae | <i>Myrcia splendens</i> | Guayabillo, murta | 16,5 | 3 |
| Polygalaceae | <i>Monnina hirta</i> | Guirlan | 23,1 | 5 |
| Polygalaceae | <i>Monnina hirta</i> | Guirlan | 26,3 | 5 |
| Polygalaceae | <i>Monnina hirta</i> | Guirlan | 24,8 | 4,8 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 61 | 10,5 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 27,5 | 8,7 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 39,5 | 9,2 |

| Familia | Nombre científico | Nombre común | CAP (cm) | HT (m) |
|-----------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 54,5 | 9,4 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 45 | 8,3 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 38,4 | 10,7 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 63,3 | 12,5 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 38 | 6,3 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 22 | 4,3 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 16,3 | 3,5 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 39,4 | 4,5 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 28,4 | 5 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 23,4 | 5,6 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 22 | 5,3 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 19,1 | 5,2 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 18 | 4 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 19,5 | 4,5 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 20,5 | 4,5 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 26,5 | 5 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 19,5 | 3,5 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 17,5 | 3,2 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 27,5 | 5,3 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 27 | 4,5 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 51 | 5,5 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 31 | 3,8 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 47 | 4,8 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 22,5 | 2,6 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 16,5 | 3 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 28 | 4,2 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 22 | 2,6 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 34,8 | 5,8 |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | Yuber colorado | 18,6 | 7,5 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | Cucharillo | 41 | 6 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | Cucharillo | 24 | 5 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | Cucharillo | 41,5 | 10,5 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | Cucharillo | 33 | 6,5 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | Cucharillo | 28,9 | 4,2 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | Cucharillo | 16,1 | 3 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | Cucharillo | 16 | 3,5 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | Cucharillo | 47 | 6,8 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | Cucharillo | 18,5 | 3,2 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | Cucharillo | 17 | 3 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | Cucharillo | 20,5 | 4 |
| Promedio | | | 28 | 5 |

Anexo 2. Composición florística por parches del estrato arbóreo de la CEV

| Familias | # especies | Parche 1 | | | | | Parche 2 | | | | | Parche 3 | | | | | Parche 4 | | | | |
|----------------|--------------------------------|----------|--------|-------|--------|--------|----------|--------|-------|--------|--------|----------|--------|-------|--------|--------|----------|-------|-------|--------|--------|
| | | # ind | *DnR % | *Fr % | *DmR % | *IVI % | # ind | *DnR % | *Fr % | *DmR % | *IVI % | # ind | *DnR % | *Fr % | *DmR % | *IVI % | # ind | # ind | *Fr % | *DmR % | *IVI % |
| Actinidiaceae | <i>Saurauia bullosa</i> | 1 | 1,64 | 5,8 | 0,14 | 2,56 | - | - | - | - | 1 | 2,94 | 10 | 0,63 | 4,52 | - | - | - | - | - | |
| Adoxaceae | <i>Viburnum triphyllum</i> | 1 | 1,64 | 5,8 | 0,08 | 2,53 | 4 | 6,90 | 6,67 | 3,40 | 5,65 | - | - | - | - | 1 | 2,33 | 4,76 | 0,39 | 2,49 | |
| Aquifoliaceae | <i>Ilex myricoides</i> | - | - | - | - | - | 2 | 3,45 | 6,67 | 1,23 | 3,78 | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Araliaceae | <i>Oreopanax eriocephalus</i> | 7 | 11,48 | 5,8 | 20,07 | 12,48 | 2 | 3,45 | 6,67 | 1,23 | 3,78 | 1 | 2,94 | 10 | 1,38 | 4,77 | 6 | 13,95 | 4,76 | 36,00 | 18,24 |
| Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> | - | - | - | - | - | 5 | 8,62 | 6,67 | 9,20 | 8,16 | - | - | - | - | 2 | 4,65 | 4,76 | 1,81 | 3,74 | |
| Asteraceae | <i>Baccharis obtusifolia</i> | - | - | - | - | - | 1 | 1,72 | 6,67 | 0,14 | 2,84 | - | - | - | - | 2 | 4,65 | 4,76 | 1,11 | 3,51 | |
| Asteraceae | <i>Piptocoma discolor</i> | 1 | 1,64 | 5,8 | 0,34 | 2,62 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 6,98 | 4,76 | 15,11 | 8,95 | |
| Asteraceae | <i>Verbesina pentantha</i> | - | - | - | - | - | 2 | 3,45 | 6,67 | 0,78 | 3,63 | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Asteraceae | <i>Gynoxys buxifolia</i> | 3 | 4,92 | 5,8 | 1,03 | 3,94 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 2,33 | 4,76 | 0,56 | 2,55 | |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | 3 | 4,92 | 5,8 | 2,74 | 4,51 | 7 | 12,07 | 6,67 | 16,96 | 11,9 | 4 | 11,76 | 10 | 11,18 | 10,98 | 2 | 4,65 | 4,76 | 5,50 | 4,97 |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | 16 | 26,23 | 5,8 | 28,73 | 20,28 | 5 | 8,62 | 6,67 | 4,08 | 6,46 | 4 | 11,76 | 10 | 7,85 | 9,87 | 6 | 13,95 | 4,76 | 18,33 | 12,35 |
| Crusiaceae | <i>Clusia latipes</i> | 2 | 3,28 | 5,8 | 0,42 | 3,19 | 2 | 3,45 | 6,67 | 1,08 | 3,73 | - | - | - | - | 4 | 9,30 | 4,76 | 7,77 | 7,28 | |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia myrtilloides</i> | - | - | - | - | - | 3 | 5,17 | 6,67 | 2,54 | 4,79 | - | - | - | - | 1 | 2,33 | 4,76 | 0,32 | 2,47 | |
| Escalloniaceae | <i>Escallonia pignata</i> | 1 | 1,64 | 5,8 | 0,08 | 2,53 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 4,65 | 4,76 | 1,22 | 3,54 | |
| Fabaceae | <i>Inga oerstediana</i> | 2 | 3,28 | 5,8 | 0,80 | 3,32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 2,33 | 4,76 | 1,67 | 2,92 | |
| Lamiaceae | <i>Clinopodium taxifolium</i> | - | - | - | - | - | 2 | 3,45 | 6,67 | 0,61 | 3,58 | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Lamiaceae | <i>Lepechinia mutica</i> | 3 | 4,92 | 5,8 | 1,25 | 4,02 | - | - | - | - | - | 4 | 11,76 | 10 | 6,29 | 9,35 | - | - | - | | |
| Lauraceae | <i>Persea brevipes</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 8,82 | 10 | 6,15 | 8,32 | 1 | 2,33 | 4,76 | 0,34 | 2,47 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Lauraceae | <i>Persea ferruginea</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 5,88 | 10 | 1,71 | 5,86 | 1 | 2,33 | 4,76 | 0,50 | 2,53 | | |
| Loranthaceae | <i>Gaiadendron punctatum</i> | - | - | - | 2 | 3,45 | 6,67 | 0,59 | 3,57 | - | - | - | - | - | 1 | 2,33 | 4,76 | 0,59 | 2,56 | | |
| Melastomataceae | <i>Axinaea macrophylla</i> | 1 | 1,64 | 5,8 | 0,25 | 2,59 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Melastomataceae | <i>Miconia theaezans</i> | 2 | 3,28 | 5,8 | 0,28 | 3,15 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 2,33 | 4,76 | 0,26 | 2,45 | | |
| Myricaceae | <i>Morella pubescens</i> | 2 | 3,28 | 5,8 | 0,71 | 3,29 | 5 | 8,62 | 6,67 | 10,70 | 8,66 | 5 | 14,71 | 10 | 9,68 | 11,46 | 3 | 6,98 | 4,76 | 6,06 | 5,93 |
| Myrtaceae | <i>Myrcia splendens</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 2,33 | 4,76 | 0,25 | 2,45 | | |
| Polygalaceae | <i>Monnina hirta</i> | 2 | 3,28 | 5,8 | 0,56 | 3,24 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 2,33 | 4,76 | 0,57 | 2,55 | | |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | 10 | 16,39 | 5,8 | 38,00 | 20,09 | 13 | 22,41 | 6,67 | 45,4 | 24,8 | 8 | 23,53 | 10 | 50,56 | 28,03 | 1 | 2,33 | 4,76 | 0,32 | 2,47 |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | 4 | 6,56 | 5,8 | 4,50 | 5,65 | 3 | 5,17 | 6,67 | 2,03 | 4,62 | 2 | 5,88 | 10 | 4,56 | 6,82 | 2 | 4,65 | 4,76 | 1,31 | 3,57 |
| TOTAL | | 61 | 100 | 100 | 100 | 100 | 58 | 100 | 100 | 100 | 100 | 34 | 100 | 100 | 100 | 100 | 43 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Anexo 3. Composición florística por parches del estrato arbustivo de la CEV

| Familias | Especie | Parche 1 | | | | | Parche 2 | | | | | Parche 3 | | | | | Parche 4 | | | | |
|----------------|-------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| | | # de ind | *DnR % | *Fr % | *DmR % | *IVI % | # de ind | *DnR % | *Fr % | *DmR % | *IVI % | # de ind | *DnR % | *FR % | *DmR % | *IVI % | # de ind | *DnR % | *FR % | *DmR % | *IVI % |
| Asteraceae | <i>Baccharis latifolia</i> | 2 | 16,67 | 25 | 4,97 | 15,54 | 4 | 22,22 | 14,29 | 22,23 | 19,58 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Chloranthaceae | <i>Hedyosmum racemosum</i> | 3 | 25,00 | 25 | 46,35 | 32,12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Asteraceae | <i>Gynoxys reinaldi</i> | - | - | - | - | - | 2 | 11,11 | 14,29 | 7,15 | 10,85 | 2 | 11,11 | 16,67 | 6,11 | 11,30 | - | - | - | - | - |
| Crusiaceae | <i>Clusia elliptica</i> | 5 | 41,67 | 25 | 41,13 | 35,93 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3 | 30 | 33,3 | 33,77 | 32,37 |
| Ericaceae | <i>Gaultheria erecta</i> | - | - | - | - | - | 1 | 5,56 | 14,29 | 2,63 | 7,49 | - | - | - | - | - | 3 | 30 | 33,3 | 29,32 | 30,88 |
| Ericaceae | <i>Gaultheria reticulata</i> | - | - | - | - | - | 5 | 27,78 | 14,29 | 49,47 | 30,51 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Lamiaceae | <i>Clinopodium taxifolium</i> | - | - | - | - | - | 2 | 11,11 | 14,29 | 4,45 | 9,95 | 4 | 22,22 | 16,67 | 11,66 | 16,85 | - | - | - | - | - |
| Lamiaceae | <i>Lepechinia mutica</i> | - | - | - | - | - | 2 | 11,11 | 14,29 | 4,26 | 9,89 | 3 | 16,67 | 16,67 | 11,66 | 15,00 | - | - | - | - | - |
| Lauraceae | <i>Persea brevipes</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5 | 27,78 | 16,67 | 29,59 | 24,68 | 4 | 40 | 33,3 | 36,99 | 36,77 |
| Monimiaceae | <i>Siparuna muricata</i> | 2 | 16,67 | 25 | 7,60 | 16,42 | - | - | - | - | - | 3 | 16,67 | 16,67 | 35,77 | 23,04 | - | - | - | - | - |
| Primulaceae | <i>Myrsine andina</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 5,56 | 16,67 | 5,22 | 9,15 | - | - | - | - | - |
| Proteaceae | <i>Oreocallis grandiflora</i> | - | - | - | - | - | 2 | 11,11 | 14,29 | 9,37 | 11,59 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TOTAL | | 12 | 100 | 100 | 100 | 100 | 18 | 100 | 100 | 100 | 100 | 18 | 100 | 100 | 100 | 100 | 10 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Anexo 4.

**GUÍA TÉCNICA PARA LA RECUPERACIÓN DE ZONAS DEGRADADAS
DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA EN LA CENTRAL EÓLICA
VILLONACO**



Jonathan David Gonzalez Roa



unl

Universidad
Nacional
de Loja

PRESENTACIÓN

La presente guía técnica ha sido elaborada con la finalidad de generar una estrategia ambiental para la recuperación de zonas degradadas dentro del área de influencia de la Central Eólica Villonaco (CEV) en base a las especies de gran importancia ecológica, identificadas en el inventario forestal realizado en el lado occidental del cerro Villonaco. Estas especies registraron el mayor número de individuos por especie, mayores densidades, mayor frecuencia, y mayor dominancia. También se contribuye al conocimiento de las especies florísticas mediante un catálogo fotográfico, de las especies que se registraron en el lugar.



Esta guía va dirigida a personal especialistas, técnicos, pasantes y a todos los participantes de programas de reforestación, con el fin de proporcionar los conocimientos técnicos y priorizar las especies florísticas con mayor valor de importancia de la zona, para realizar una reforestación exitosa.

INTRODUCCIÓN

La labor de reforestación viene realizándose desde hace años en Ecuador, tomando en cuenta la diversidad de ecosistemas que cuenta este país se debe analizar minuciosamente la aplicabilidad de la metodología de cada guía ya que cada territorio es diferente. La importancia de esta actividad radica en que el país tiene características naturales propicias para el desarrollo forestal y se ha desarrollado procesos de corredores biológicos que buscan integrar la fragmentación de los bosques, esto debido a la importancia de los bosques ya que sirve principalmente como hábitats para la especie faunística, tiene la capacidad de generar y retener agua entre otros.

Para que la recuperación de los bosques sea efectiva, se deben realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones actuales del sitio, las especies de mayor importancia ecológica, los métodos y los parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la plantación.

Para asegurar la conectividad de los parches del lado occidental de la CEV sea exitosa, se debe tener suficientes conocimientos sobre el estado del ecosistema, la geomorfología, información de las condiciones ambientales y la composición de las especies florísticas.

Vargas et al., (2012) menciona que si bien no existen recetas para la recuperación de un ecosistema, por la particularidad específica de cada sitio, sí existen recomendaciones generales basadas en las teorías y conceptos de la ecología de la restauración y en las experiencias acumuladas en los intentos de restaurar diferentes ecosistemas. Los pasos propuestos no necesariamente se deben seguir en el mismo orden, ni es necesario aplicarlos en su totalidad, todo depende de la particularidad de los sitios, el grado de alteración, las escalas espaciales y los objetivos propuestos.

OBJETIVOS

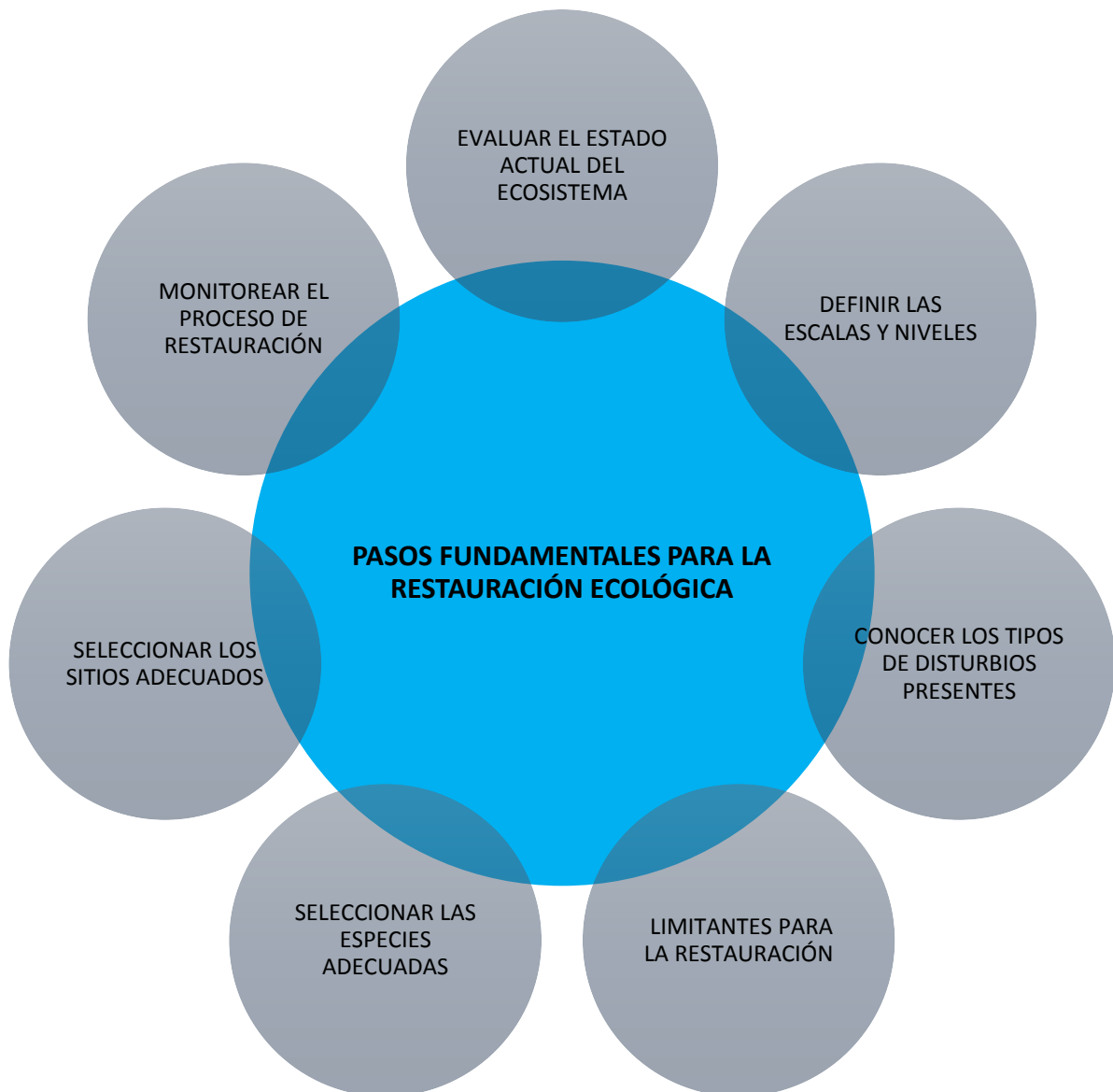
Objetivo general

Establecer la estrategia ambiental para la recuperación de zonas degradadas dentro del área de influencia de la Central Eólica Villonaco (CEV) en base a las especies de importancia ecológicamente identificadas.

Objetivos específicos

- Desarrollar los pasos comunes que siguen los proyectos de restauración para la conservación de los bosques de la CEV
- Conocer las especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI), para ser utilizadas en los procesos de reforestación de la CEV
- Generar una herramienta de evaluación que sirva de apoyo para monitorear el avance del proceso de restauración

DIAGRAMA DE PASOS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA



Fuente: Elaboración propia

PASOS FUNDAMENTALES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

1. Evaluar el estado actual del ecosistema

Para empezar un proceso de restauración primero se debe realizar una evaluación de las condiciones anteriores y actuales del ecosistema, en esta fase también se identifican problemas para precisar posteriormente los objetivos de restauración.

A continuación se presentan algunas recomendaciones para evaluar las condiciones del estado actual del ecosistema:

1.1. Condiciones del paisaje

- a) Ubicación de parches del ecosistema, número de parches, tamaño, forma, conectividad.
- b) Tipos de usos de la tierra donde se encuentran los parches (potreros, cultivos, plantaciones etc.)

1.2. Condiciones bióticas

- a) Tipos de comunidades: Composición y estado de la vegetación.
- b) Identificación de la estructura vertical de las poblaciones de especies (estratos).

1.3. Condiciones abióticas

- a) Topografía y geomorfología
- b) Clima

2. Definir las escalas y niveles de organización

Para aplicar un proceso de restauración ecológica se deben analizar los diferentes niveles de organización desde poblaciones de especies y/o comunidades hasta ecosistemas. Para definir los objetivos de un proceso de restauración es necesario precisar escalas y su relación con los niveles de organización.

3. Conocer los tipos de disturbios

Los ecosistemas pueden afectarse por disturbios naturales o antrópicos.

Los principales disturbios naturales son: deslizamientos, lluvias, vientos fuertes, heladas, fuego, sequía y procesos erosivos, disturbios producidos por animales y fuegos naturales.

Los disturbios antrópicos se relacionan principalmente con la ganadería y la agricultura, para lo que generalmente se da la deforestación, quemas, construcción de obras civiles, explotación de especies, siembra de especies forestales exóticas e invasiones biológicas.

4. Limitantes para la restauración

Por limitantes se entiende a todo lo que impiden, limitan o desvían la sucesión natural en lugares alterados por disturbios naturales y antrópicos, estos limitantes se pueden clasificar en dos tipos:

Ecológicos: los cuales se relacionan con los factores bióticos y abióticos resultantes de disturbios ya sean naturales o antrópicos

Socioeconómicos: son todos los factores políticos, económicos y sociales que limitan los procesos de regeneración natural, principalmente el cambio de uso del suelo.

5. Seleccionar las especies adecuadas para la restauración

Con trabajos previamente realizados sobre composición y estructura de bosque se puede obtener varios índices ecológicos de especies vegetales y con ello será posible seleccionar aquellas de mayor relevancia para cualquier proceso de restauración.

6. Seleccionar los sitios

Los sitios a restaurar se los debe seleccionar cuidadosamente, se debe tomar en cuenta las características propias del lugar.

7. Monitorear el proceso de restauración

Este paso consiste en el seguimiento y evaluación continua de los cambios que experimenta el ecosistema. Como objetivo final se persigue el éxito en la restauración ecológica, brindando la información necesaria para evaluar y ajustar las prácticas de restauración de modo que puedan ser modificadas en cualquier momento; si los resultados obtenidos en la aplicación de la restauración son negativos o indeseables, dichos tratamientos se modifican o detienen; por lo contrario, si se obtienen resultados positivos el proceso continua y si es posible se mejora.

El esquema del programa de monitoreo se lo debe realizar en el mismo momento en el que se plantean los objetivos de la restauración. De esta manera, un monitoreo ecológico efectivo se extiende como un paso que acompaña al proceso de restauración desde el diagnóstico del estado actual del ecosistema, continua durante la implementación de los tratamientos y el desarrollo de los mismos, y termina en el momento en el que se considera que el ecosistema ha recuperado su integridad ecológica.

**PROPUESTA PARA LA
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA
EN LA CENTRAL EOLICA
VILLONACO**

| Coordenadas UTM Parche 4 | |
|---------------------------------|----------------|
| Longitud | Latitud |
| 693080,2 | 9556746,4 |
| 693399,3 | 9557208,4 |
| 693475,5 | 9556559,1 |
| 693135,8 | 9556581,3 |

1. Evaluar el estado actual del ecosistema

Para evaluar las condiciones del estado actual del ecosistema es necesario conocer:

1.1. Condiciones del paisaje

- a) Los parches de bosque identificados en la investigación “*Composición florística y estructura del bosque fragmentado del lado occidental de la Central Eólica Villonaco como insumo para su conectividad en Loja, Ecuador*” fueron cuatro, los cuales se los encuentran en las siguientes coordenadas:

| Coordenadas UTM Parche 1 | |
|---------------------------------|----------------|
| Longitud | Latitud |
| 692919,9 | 9558193,7 |
| 692991,9 | 9558261,9 |
| 693064,7 | 9558031,7 |
| 692958,8 | 9558136,8 |

| Coordenadas UTM Parche 2 | |
|---------------------------------|----------------|
| Longitud | Latitud |
| 692758,1 | 9558114,6 |
| 693003,3 | 9558050,4 |
| 692972,4 | 9557837,6 |
| 692872,3 | 9557854,4 |

| Coordenadas UTM Parche 3 | |
|---------------------------------|----------------|
| Longitud | Latitud |
| 692903,8 | 9557519,1 |
| 693066,5 | 9557758,5 |
| 693229,3 | 9557425,1 |
| 692975,3 | 9557184,3 |

El tamaño aproximado de los parches de bosque tomando en cuenta de norte a sur son de 10,33 m² para el primero, 31,13 m² para el segundo, el tercero con 110,80 m² y el cuarto con 128,08 m² dando un total de 208,35 m² de vegetación en la parte occidental de la Central Eólica Villonaco.

Los parches de bosque se encuentran de forma irregular. La conectividad de los mismos es nula ya que están muy distanciados.

- b) Los tipos de usos de la tierra donde se encuentran los parches se puede evidenciar potreros y en la parte baja algunas plantaciones de cultivos de uso agrícola.

1.2. Condiciones bióticas

- a) La composición florística del lado occidental de la (CEV) en el muestreo que se realizó en 1 600 m² fue de 31 especies en 25 géneros y 20 familias.
- b) La estructura vertical del bosque del lado occidental de la CEV se la clasificó en tres estratos y se estimó su altura promedio, de las cuales se obtuvo los siguientes resultados: estrato vertical dominante (10,8 m),

codominante (7,35 m) y dominado (3,9 m), registrándose más individuos en el estrato dominado, lo que afirma que es un bosque en proceso de crecimiento.

c) En cambio para la estructura horizontal la mayor cantidad de individuos se encontró con diámetros de fuste pequeños, con lo que se corrobora que se trata de bosque joven que se encuentra en proceso de recuperación.

1.3. Condiciones abióticas

El área de estudio es una zona de montaña con topografía es regular. La investigación se la realizó en la ladera occidental, a lo largo de la línea de cumbre del cerro Villonaco, a una altitud aproximada de 2 600 m s.n.m.

Según Lourdes (2016), la geomorfología que predomina en la zona son superficies planas onduladas con una área de 32,87 ha cuya litología es de limos, arcillas, y esquistos altamente meteorizados, ubicados en la parte Occidental del área de estudio en esta forma de relieve.

a) La temperatura media varía entre 8° a 20 °C y la precipitación varía de 2000 a 4000 mm, siendo posiblemente los páramos más húmedos en toda su distribución, al

menos en el sur de Ecuador (Ordóñez et al, 2016).

2. Definir las escalas y niveles de organización

En este caso se trabajó a escala local y a nivel de especie.

2.1. Escala local y nivel de especie

Se procura la recuperación de poblaciones de una especie en particular. Lo que se quiere recuperar es el hábitat de dichas especies. Las especies claves o de importancia ecológica deben ser prioridad ya que de éstas depende la permanencia de una comunidad ecológica. Por esta razón en algunos proyectos de restauración ecológica es importante trabajar a una escala de parcela, principalmente en el caso de especies arbóreas, arbustivas y hierbas.

3. Conocer los tipos de disturbios

Los ecosistemas del Villonaco y la vegetación se ve afectada son disturbios naturales y/o antrópicos.

Los disturbios naturales encontrados fueron: deslizamientos, lluvias, vientos fuertes, heladas.

Los disturbios antrópicos que se encontraron en la zona fueron la ganadería y muy poco la agricultura, construcción de obras civiles como carreteras y la misma Central Eólica,

siembra de especies forestales exóticas e invasiones biológicas como el pino.

4. Limitantes para la restauración

Ecológicos: Una limitante para que se dé la sucesión natural es la dispersión de semillas, que son causados principalmente por la fragmentación del lugar lo que ocasiona la pérdida de hábitad y especies polinizadoras.

Otra limitante que ocurre en el crecimiento de las plantas, puede ser las heladas que se dan en el sitio, por la competencia de las mismas ya se encuentran de una forma agrupada y la ausencia de micro sitios. Por otra parte como limitante ecológicas en el desarrollo de la planta se da por el pastoreo y la ganadería.

Socioeconómicos: Una limitante socioeconómica es la falta de articulación social entre factores sociales, económicos y políticos las cuales se cuenta con poco apoyo para realizar este proceso. Otra limitante es la falta de empoderamiento para realizar la restauración Ecológica.


5. Seleccionar las especies adecuadas para la restauración

Con el trabajo previo realizado sobre la “Composición Florística y Estructura del Bosque Fragmentado del Lado Occidental de la Central Eólica


Villonaco como Insumo para su Conectividad” se obtuvieron varios índices ecológicos de especies vegetales y por ello fue posible seleccionar aquellas de mayor relevancia para este proceso de restauración.

Las especies ecológicamente más importantes del estrato arbóreo son: *Myrsine andina* (Yuber colorado) y *Clusia elliptica* (Duco), mientras que en estrato arbustivo, son *Clusia elliptica* (Duco) y *Persea brevipes* (Pacardo). Estas son las especies propuestas para la reforestación, las mismas que tienen diferentes estrategias de prendimiento como por ejemplo:


| <i>Myrsine andina</i> | |
|-----------------------|---|
| Hábito | Árbol de 8 a 12 m de altura. Tronco cilíndrico o frecuentemente retorcido, ramificación alterna, copa densa irregular, corteza externa lisa de color gris. |
| Fruto | Pequeña drupa punteada glandular seca, esférica (0,3-0,4 mm de diámetro) provista de una sola semilla. |
| Distribución | Especie nativa de amplia distribución en la región andina del Ecuador; crece entre 2 000 y 4 000 m s.n.m. de altitud. Es frecuente en el subpáramo y en los márgenes de ríos y quebradas. Varias especies de aves |

| | |
|--------------------|--|
| | silvestres consumen sus frutos y posiblemente son agentes dispersores. |
| Propagación | Se puede propagar mediante semillas, para lo cual es necesario recolectar los frutos cuando éstos muestren un color verde amarillento, debido a que los frutos viejos de color café que permanecen adheridos a los tallos contienen semillas que no germinan. Para obtener un buen porcentaje de germinación, las semillas deben ser estratificadas, a fin de acelerar el proceso, caso contrario la germinación puede tardar seis meses (Minga y Verdugo , 2015). |
| Muestra |  <p>(Minga, Verdugo, López y Nugra, 2011)</p> |

| <i>Clusia Elliptica</i> | |
|-------------------------|---|
| Hábito | Sus especies son arbustos, vides y árboles pequeños y medianos de |

| | |
|---------------------|--|
| | hasta 20 m de altura, con follaje perennifolio. |
| Fruto | La fruta es una capsula valvada corácea marrón verdosa que se abre para liberar varias semillas rojas de cubierta carnosa. Sus frutos son tóxicos. |
| Distribución | Perú, Ecuador, Colombia. Regularmente se la entra en ecosistemas nublados, sub-paramos o páramos (Naturalis Biodiversity Center, 2019) |
| Propagación | Por esquejes terminales, en primavera. También por acodo aéreo. |
| Muestra |  <p>(Santa Cruz, 2005)</p> |

| <i>Persea brevipes</i> | |
|------------------------|---|
| Hábito | Arbol de 8 metros de altura. Fuste recto, corteza oscura. Hojas glabras, helicoidalmente dispuestas. Localmente raro. |
| Fruto | Baya globoso-elíptica, carnosa, sin cúpula |

| | |
|---------------------|---|
| Distribución | Bosque andino bajo hasta bosque andino alto: 1700–3500 m s.n.m. En sur de Ecuador ciudad de Loja. En el Ecuador están representadas 12 especies, de las cuales 8 especies se conocen en los bosques andinos (Jørgensen P. & León Y., 1999). |
| Propagación | Se puede propagar por semillas, también se puede realizar por acodo aéreo. |
| Muestra |  <p>(Field Museum of Natural History - Botany Department, 2015)</p> |

Es recomendable para realizar una reforestación que las plantas procedan de viveros o productores de plantas forestales.

Una vez seleccionado el lugar y los árboles que vamos a plantar, es conveniente “rozar”, es decir, despejar el terreno o desbrozar la vegetación que pueda crear competencia a la pequeña plántula en su entorno, durante los primeros años. Una vez rozado deberemos preparar el suelo para facilitar el enraízo y la primera etapa de

desarrollo de la planta, es lo que se denomina “ahoyado”.

El hoyo deberá ser adecuadamente profundo y ancho para proporcionar a la planta suficiente tierra removida que facilite el enraizado inicial y acumule la humedad necesaria para que las nuevas raíces se establezcan. Se recomienda que los hoyos de plantación tengan unas dimensiones de 40 x 40 x 40 cm y que la tierra extraída se devuelva al hoyo libre de piedras, raíces, palos, etc., procurando que esté lo más suelta posible. Si vamos a plantar algunos árboles dejaremos como mínimo 3 m de distancia entre los agujeros para que los árboles puedan respirar y recibir bien la luz. (Rodríguez, Benito y Estrada, 2009)

La plantación consiste en la correcta instalación de la planta en el suelo. El pequeño arbolito puede venir del vivero con su cepellón o con la raíz desnuda. Es más aconsejable utilizar plantas con cepellón ya que este proporciona una pequeña reserva de nutrientes y de agua. Antes de plantar es importante humedecer bien el cepellón, por lo que se puede sumergir brevemente en agua. Esto actuará de reserva hídrica. Se debe procurar que la planta quede totalmente recta, apretando la tierra de alrededor de la planta primero con el puño y posteriormente con el pie, cuidando que

no queden bolsas de aire alrededor del cepellón. Es muy importante que el pequeño arbolito quede enterrado justo hasta el cuello de la raíz.

Para abonar, si el suelo es pobre puede abonarse con un compuesto de nitrógeno, fósforo y potasio, siendo el más aconsejable. El abono no debe tocar la raíz, para eso hay que disponerlo a unos 20 cm de la planta y un poco enterrados. Un exceso de abono puede ser contraproducente, siendo preferible abonar de menos que de más o no abonar. Se recomienda como máximo unos 50 -75 gramos por planta.

Después de plantar puede ser conveniente proteger el árbol frente a la acción de animales herbívoros que lo puedan comer o ramonear u otros animales domésticos que puedan dañarlo. Un buen sistema es la protección individual, por ejemplo rodeando al árbol con una malla o rejilla de 1 m de altura y sujeta con bridas a un poste o tutor clavado en el suelo (Rodríguez, Benito y Estrada, 2009).

6. Seleccionar los sitios

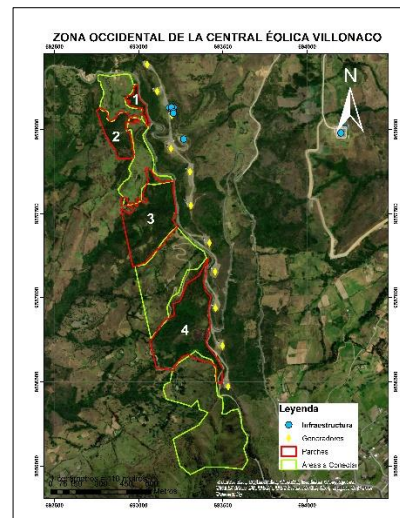


Figura 15. Mapa con la delimitación de los parches del lado occidental de la CEV

Los sitios apropiados para realizar el proceso de reforestación o restauración ecológica se presentan en color rojo en la Figura 15, estos son espacios entre los parches de bosque donde se encuentra poca vegetación.

7. Monitorear el proceso de restauración

De acuerdo con Vallauri, Aronson, y Dudley (2005), no es viable la restauración ecológica sin el monitoreo permanente.

Uno de los puntos importantes a tener en cuenta al diseñar el programa de monitoreo, es que existen dos tipos de monitoreo importantes en restauración ecológica: el de implementación o de corto plazo y el monitoreo de efectividad o de largo plazo.

Monitoreo de implementación

El estado ecológico del bosque de la CEV fue evaluado estimando parámetros de composición, estructura y distribución. Una vez restaurado las áreas deforestadas y haber cumplido la conectividad del bosque en el lado occidental de la CEV, es importante seguir evaluando y monitoreando con los mismos parámetros.

Para monitorear la fase inicial de la reforestación es importante la visita técnica a las áreas restauradas, esto con el fin de verificar el transcurso de crecimiento, las inspecciones técnicas son convenientes en lapsos de 6 meses.

Monitoreo de efectividad

El proceso para monitorear la efectividad se desarrollará mediante sensores remotos en particular imágenes satelitales, aplicando técnicas de teledetección espacial como el análisis multitemporal (cada 10 años). El producto final es la cartografía de cambio de la vegetación temporal. Basándonos en estos resultados cartográficos, se realizará un completo análisis ecológico del éxito o fallo en el proceso de restauración ecológica.

Por consiguiente, los objetivos de monitoreo deben tener relación en un corto y mediano plazo con la evaluación y establecimiento de los cambios estructurales de la vegetación y en el largo plazo a las posibles repercusiones en aspectos funcionales del ecosistema (Herrick, Schumanb y Rango, 2006).

RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar una caracterización ecológica, para definir con la mayor precisión los requerimientos de especies, densidades de plantación, fechas de plantación, protección y mantenimiento.
- Se recomienda que antes de realizar un proceso de restauración, se conozca la composición florística de la zona.
- Se recomienda no establecer plantaciones forestales con fines productivos ni tratar con especies introducidas; por el contrario, se sugiere la implementación de especies nativas y/o de gran valor de importancia ecológica.

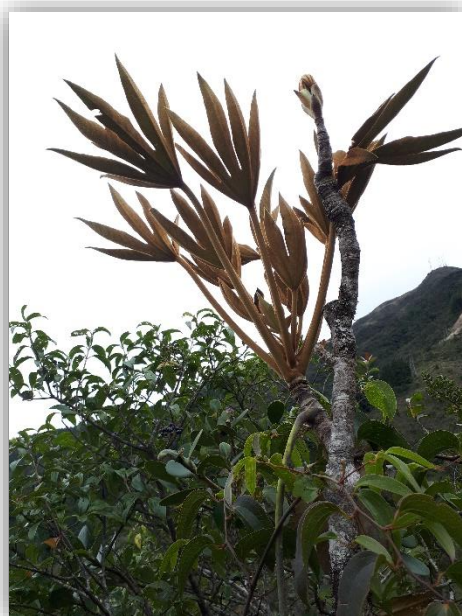
Anexo 5. Registro fotográfico de algunas especies florísticas registradas e identificadas



1. *Clusia elliptica*



2. *Persea brevipes*



3. *Oreopanax eriocephalus*



4. *Myrsine andina*