

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TÍTULO POR OBTENER

Ingeniero ambiental

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Propuesta piloto de reforestación en suelo degradado por minería artesanal, utilizando balsa *Ochroma pyramidale* (Cav, ex. Lam.) Urb. en el barrio 18 de marzo, Parroquia Ahuano-Provincia Napo.

AUTORAS:

Puma Yauripoma Kendra Jazmín

Montaño Alarcón Jennifer Antonela

DIRECTOR DE PROYECTO:

Dr. Marlon Oswaldo Núñez Castro

PUYO-ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien suscribe, Montaña Alarcón Jennifer Antonela portadora de la cédula de identidad N° 220058187-0 y Puma Yauripoma Kendra Jazmín portadora de la cédula de identidad N° 15014343-2, hacemos constar que somos las autoras del proyecto de investigación con el título “PROPUESTA PILOTO DE REFORESTACIÓN EN SUELO DEGRADADO POR MINERÍA ARTESANAL, UTILIZANDO Balsa *Ochroma pyramidale* (Cav, ex. Lam.) Urb. EN EL BARRIO 18 DE MARZO, PARROQUIA AHUANO-PROVINCIA NAPO” el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del asesor de dicho trabajo, Dr. Marlon Oswaldo Núñez Castro en tal sentido, se manifiesta la originalidad de la conceptualización del trabajo, interpretación de datos y la elaboración de conclusiones, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo, a la vez cedemos los derechos a la Universidad Estatal Amazónica que pueda realizar publicaciones sobre la misma así como su almacenamiento tanto en medio físico y electrónico.

En la ciudad de Puyo, a los 05 días del mes de febrero del 2019



Montaña Alarcón Jennifer A.

2200581870



Puma Yauripoma Kendra J.

1501043432



Dr. Núñez Castro Marlon O.

1757015373

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Por medio del presente, Yo, Marlon Oswaldo Núñez Castro, portador de la cédula de identidad N° 170674350-5 certifico que las egresadas Montaña Alarcón Jennifer Antonela y Puma Yauripoma Kendra Jazmín realizaron el Proyecto de Investigación y Desarrollo “PROPUESTA PILOTO DE REFORESTACIÓN EN SUELO DEGRADADO POR MINERÍA ARTESANAL, UTILIZANDO Balsa *Ochroma pyramidale* (Cav, Ex. Lam.) Urb. EN EL BARRIO 18 DE MARZO, PARROQUIA AHUANO-PROVINCIA NAPO”, previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental bajo mi supervisión.



Dr. Núñez Castro Marlon O.



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND



Oficio No. 159-IL-UEA-2018

Puyo, 28 de enero de 2019

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El trabajo de titulación correspondiente a las estudiantes PUMA YAURIPOMA KENDRA JAZMÍN C.I. 1501043432 y MONTAÑO ALARCÓN JENNIFER ANTONELA C.I. 2200581870, con el Tema: **“Propuesta piloto de reforestación en suelo degradado por minería artesanal, utilizando balsa *Ochroma pyramidale* (Cav,ex.Lam.) Urb. En el barrio 18 de marzo, parroquia Ahuano-Provincia Napo”,** de la carrera Ingeniería Ambiental, Director de proyecto Ing. Marlon Núñez, MSc, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 3%, Informe generado con fecha 25 de enero de 2019 por parte del director, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco, MSc.

ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El proyecto de investigación y desarrollo, titulado: “PROPUESTA PILOTO DE REFORESTACIÓN EN SUELO DEGRADADO POR MINERÍA ARTESANAL, UTILIZANDO Balsa *Ochroma pyramidale* (Cav, ex. Lam.) Urb. EN EL BARRIO 18 DE MARZO, PARROQUIA AHUANO-PROVINCIA NAPO” fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.

PhD. Pablo Lozano
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MSc. Ivonne Jalca
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MSc. Edison Suntásig
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Este proyecto de grado se lo dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades y nunca desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy

Para mis padres Héctor Montaña y Alicia Alarcón por su apoyo, consejos, comprensión, amor y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos Diego, Josué e Israel por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

Jennifer Montaña-Alarcón

El presente proyecto está dedicado primeramente a Dios, por haberme permitido lograr concluir mi carrera. Llena de regocijo, amor y esperanza dedico mi proyecto a cada uno de mis seres queridos, quienes fueron mi pilar principal para seguir adelante.

Me llena de gran satisfacción dedicarles a ellos, todo lo que con mucho esfuerzo y sacrificio lo he logrado.

A mis padres, Vinicio Puma y Margarita Yauripoma que siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo tanto moral como económico y día tras día dándome consejos para hacer de mí una persona de bien, por ser la motivación de mi vida, y mi orgullo de ser lo que seré.

A mis hermanos porque son la razón de sentirme orgullosa al culminar mi meta, gracias por siempre confiar en mí y brindarme su compañía incondicional.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por siempre confiar en mí, a mis abuelitos, tíos y primos, gracias por formar parte de mi vida y permitirme ser parte de su orgullo.

Kendra Jazmin Puma Yauripoma

AGRADECIMIENTO

A Dios porque gracias a ti he podido cerrar un ciclo maravilloso y muy grande en mi vida, gracias por todo lo que me has dado y por lo que ahora soy.

Dicen que la mejor herencia que nos pueden dejar los padres son los estudios, sin embargo, no creo que sea el único legado del cual yo particularmente me siento muy agradecida, les agradezco por apoyarme siempre, son mis pilares de la vida y porque me dieron la oportunidad de desarrollarme y tener una profesión, no fue fácil pues hubo momentos en los que creí no poder, pero siempre estuvieron conmigo con palabras de aliento y guiando mi camino. Gracias mamita Alicia y papito Héctor. LOS AMO

Agradezco infinitamente a la Universidad Estatal Amazónica la cual llevaré en el corazón siempre, que me dio todo y abrió sus puertas del conocimiento para mí.

A mi compañera y colega Kendra Puma, que más que compañera se convirtió en mi hermana, quien caminó y vivió junto a mí la formación académica para ser ingenieras ambientales.

En especial agradecer a mi tutor de este proyecto al Dr. Malón Núñez, por la acertada orientación y discusión crítica que me permitió un buen aprovechamiento en el trabajo realizado, y que este proyecto llegara a buen término.

Jennifer Montaña-Alarcón

En primera instancia agradezco a Dios por regalarme la vida, llenarme de bendiciones y de su amor.

A mis padres Holger Vinicio Puma Sánchez y Margarita Yauripoma Morocho, quienes con esfuerzo y dedicación me acompañaron en cada etapa de mi carrera, por haberme dado la mejor educación y lecciones de vida, para ser la persona que soy hoy en día.

A mis hermanos Cristina, Michael y Maite que siempre estuvieron presentes en cada paso que daba para cumplir mi sueño. A mis familiares que de una u otra manera me apoyaron a cumplir mi meta.

Al señor Iván Romero propietario de la concesión “Curiyacu” por la confianza brindada y permitirnos la apertura e ingreso al área de estudio, para cumplir el objetivo de la realización del proyecto.

Al Dr. Marlon Oswaldo Núñez Castro por acompañarme y guiarme en la realización del proyecto, el mismo que sin su ayuda y conocimientos no hubiese sido posible.

A mi amiga y colega Jennifer Antonela Montaña Alarcón, que desde el inicio estuvo conmigo en todo momento brindándome su amistad incondicional y hoy cerramos un ciclo juntas. A mis compañeros de clase que día a día fueron ganando un lugar en mi corazón y formando la amistad que perdura entre nosotros.

A la universidad Estatal Amazónica por abrirme las puertas a de la institución para recibir una educación de calidad

Kendra Yazmin Puma Yauripoma

RESUMEN

El presente proyecto se llevó a cabo en el barrio 18 de marzo, parroquia Ahuano perteneciente al cantón Tena de la provincia de Napo – Ecuador. En la parroquia Ahuano, la demanda de oro y la expansión de extracción aurífera ha generado un gran impacto sobre los ecosistemas convirtiéndose en la principal causa de degradación del suelo, en la cual se selecciono una hectárea de la concesión “Curiyacu” con código catastral 1090224 con la finalidad de proponer la reforestación con *Ochroma pyramidale* en el área afectada.

Para el diseño de la investigación se trabajó en dos fases; en la primera fase se diagnosticó el área mediante la evaluación de dos variables: 1) el tipo de suelo el cual será determinado mediante el método de textura al tacto y el aspecto 2) el tipo de vegetación, se evaluó mediante la realización de un inventario forestal. En la segunda fase se realizó el diseño del plan piloto de reforestación del área que incluirán actividades de establecimiento tales como: preparación del terreno, control de maleza pre siembra, trazado de la siembra, siembra, seguimiento y monitoreo.

El diseño de siembra tendrá tres aspectos; 1) plan de siembra ,2) plan de raleo y 3) plan de corte, en el área de estudio se plantará 721 plántulas/h, las cuales serán sembradas mediante el trazado de los tres bolillos, a una distancia de 4x4 metros entre cada plántula, para la siembra de las plántulas el suelo tendrá un hoyado de 30 cm de diámetro y 30 cm de profundidad, y posteriormente se cubrió con tierra abonada, se sembrarán mediante el método de trasplante colocando la plántula directamente en el hoyo sin dañar a la raíz.

Palabras claves: *Ochroma pyramidale*, Plántulas, Extracción aurífera, Reforestación, Tres bolillos.

ABSTRACT

The present project I carry out in the neighborhood on March 18, parish Ahuano belonging to the canton Tena of Napo's province - Ecuador. In the parish Ahuano, the demand of gold and the expansion of auriferous extraction it has generated a great impact on the ecosystems turning into the principal reason of soil degradation, into which I select a hectare of the concesión "Curiyacu" with property code 1090224 with the purpose of proposing the reforestation with *Ochroma pyramidale* in the affected area.

For the design of the investigation one was employed at two phases; in the first phase the area was diagnosed by means of the evaluation of two variables: 1) the type of soil which will be determined by means of the method of texture to the tact and the aspect 2) the type of vegetation, was evaluated by means of the accomplishment of a forest inventory. In the second phase there was realized the design of the pilot plan of reforestation of the area that activities of establishment will include fell like: preparation of the area, control of undergrowth pre sowing, tracing of the sowing, sowing, follow-up and monitoring.

The design of sowing will have three aspects; 1) plan of sowing, 2) plan of raleo and 3) plan of court, on the area of study one will plant 721 plántulas/h, which will be sowed by means of the tracing of three lace-bobbins, to a distance of 4x4 meters between every plántula, for the sowing of the plántulas the soil will have a hoyado of 30 cm of dímetro and 30 cm of profundidad, and later it covered with solvent land, they will be sowed by means of the method of transplant placing the plántula directly in the hole without damaging to the root.

Keywords: *Ochroma pyramidale*, Seedlings, Gold extraction, Reforestation, Three bolillos.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4. HIPÓTESIS	4
1.5. OBJETIVOS	4
1.5.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
CAPÍTULO II	5
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1. ANTECEDENTES	5
2.2. CONCEPTOS	8
2.2.1. MINERÍA	8
2.2.2. MINERÍA ARTESANAL	9
2.2.3. SUELO	9
2.2.4. SUELO DE GRADADO	9
2.2.5. REFORESTACIÓN	10
2.3. BASES TEÓRICAS	10
2.3.1. EFECTOS E IMPACTOS DE LA MINERÍA EN EL AMBIENTE	10
2.3.2. SUELO DEGRADADO POR MINERÍA PARA EXTRACCIÓN DE ORO	11

2.3.3. LA REFORESTACIÓN Y LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS	12
2.3.4. REFORESTACIÓN CON <i>O. Pyramidale</i> EN ZONAS AFECTADAS POR MINERÍA	12
2.3.5. PLANTACIONES E INCENTIVOS FORESTALES COMERCIALES.....	13
2.3.6. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE A SER UTILIZADA	15
a. Descripción botánica.....	15
b. Requerimientos climáticos.....	16
c. Requerimientos edáficos.....	16
d. Regeneración natural.....	16
e. Factores limitantes para el crecimiento	16
f. Plagas y enfermedades	17
g. Uso de la madera	17
h. Importancia económica.....	18
CAPÍTULO III.....	19
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. LOCALIZACIÓN.....	19
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	20
3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	20
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.4.1. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA.....	20
3.4.2. DISEÑO DE LA PROPUESTA.....	22
3.4.3. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES.....	23
CAPÍTULO IV.....	24

4.	RESULTADOS.....	24
4.1.	TIPO DE SUELO.....	24
4.2.	TIPO DE VEGETACIÓN.....	24
4.3.	DISEÑO DE LA PROPUESTA PILOTO.....	26
	a. Preparación del terreno.....	26
	b. Control de maleza pre siembra.....	27
	c. Trazado de la siembra.....	27
	d. Siembra.....	28
	e. Seguimiento y monitoreo.....	28
	3.4.4.COSTO DE ESTABLECIMIENTO.....	30
	CAPÍTULO V.....	31
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
5.1.	CONCLUSIONES.....	31
5.2.	RECOMENDACIONES.....	32
	CAPÍTULO VI.....	33
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	33
	CAPÍTULO VII.....	38
7.	ANEXOS.....	38

TABLA DE FIGURAS

Figura 1.	Cambio de la matriz productiva.....	14
Figura 2.	Ubicación geográfica del área de estudio en la parroquia Ahuano.....	19
Figura 3.	Flujograma del Método de Textura al Tacto.....	21

Figura 4. Plan de siembra en el barrio 18 de marzo de la parroquia Ahuano, provincia de Napo	28
Figura 5. Plan de raleo en el barrio 18 de marzo de la parroquia Ahuano, provincia de Napo	29
Figura 6. Plan de corte Plan de raleo en el barrio 18 de marzo de la parroquia Ahuano, provincia de Napo.....	29

TABLA DE CONTENIDO

Tabla 1. Listado de las concesiones minera de la parroquia Ahuano	6
Tabla 2. Impactos ambientales de cada proceso de la extracción minera.	11
Tabla 3. Inventario forestal de especies encontradas aledañas al área de estudio.....	43
Tabla 4. Valores para la cobertura.....	22
Tabla 5. Recursos humanos para el proyecto de investigación	23
Tabla 6. Materiales para el proyecto de investigación	23
Tabla 7. Datos informativos de la hectárea a reforestar	26
Tabla 8. Costo de establecimiento de una hectárea de O. pyramidale	30

TABLA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Números de plántulas para la reforestación.....	27
--	----

TABLA DE ANEXOS

Imagen 1. Concesiones mineras del Ecuador	38
Imagen 2-3. Proceso de identificación del tipo de suelo en el área de estudio, mediante el método de la textura al tacto.....	24
Imagen 4. Reunión con el propietario de la concesión "Curiyacu" y presidente del barrio 18 de marzo	42
Imagen 5. Toma de puntos GPS del área de estudio	42
Imagen 6. Socialización del proyecto con el presidente de la junta parroquial y la comunidad del barrio 18 de marzo, de la parroquia Ahuano, provincia de Napo	42
Imagen 7. Reconocimiento del área afectada por la concesión "Curiyacu".....	42
Imagen 8. Identificación de las muestras de especies en científico el área de estudio para conocer su nombre.....	41
Imagen 9. Reconocimiento de las especies existente en las zonas aledañas al área de estudio	42
Imagen 10. Determinación del tipo de suelo en el área afectada.....	41

Imagen 11. Extracción de muestra del suelo en el área afectada.....	41
--	----

TABLA DE DOCUMENTOS

Documento 1. Acuerdo firmado con el propietario de la concesión “Curiyacu” de la parroquia Ahuano, Provincia de Napo.....	39
Documento 2. Acuerdo firmado con el presidente de la comunidad 18 de marzo de la parroquia Ahuano, Provincia de Napo.....	40

TABLA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Inventario forestal de la hectárea afectada	25
Gráfico 2. Números de individuos existentes en el área de estudio	25
Gráfico 3. Números de gramíneas existentes en el área de estudio.....	26

SIGLAS USADAS

1. **ARCOM:** Agencia de Regulación y Control Minero
2. **ACOTECNIC:** Asociación de Consultores Técnicos
3. **ACP:** Autoridad del Canal de Panamá
4. **BCE:** Banco Central de Ecuador
5. **CONAFOR:** Comisión Nacional Forestal
6. **ENAMI:** Empresa Nacional Mine
7. **GAPO:** Gobierno Autónomo Provincial de Orellana
8. **MAE:** Ministerio del Ambiente
9. **MAGAP:** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Acuacultura y Pesca
10. **MAPE:** Minería Artesanal a Pequeña Escala
11. **MPE:** Minera en Pequeña Escala
12. **OIT:** Organización Internacional del Trabajo
13. **SEMARNAT:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
14. **SPF:** Subsecretaría de Producción Forestal
15. **UEA:** Universidad Estatal Amazónica.

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCIÓN

La minería, actividad vinculada a la explotación de los recursos naturales, es responsable de grandes alteraciones negativas sobre el medio ambiente y en particular, de la degradación de los suelos. Pero también, a través de ella se obtienen recursos necesarios para el bienestar humano. Parrota y Knowles (2001), plantean que el aumento de la capacidad humana de transformar el entorno natural, ha originado un desequilibrio entre los deterioros ocasionados y la capacidad de recuperación del medio frente a los mismos. Pero a la vez, es evidente que no se puede prescindir de la minería porque es la actividad básica dedicada a la obtención de los geos recursos para el abastecimiento de las materias primas necesarias para dar calidad a la vida. Sin embargo, la conciencia que se tiene de la limitación de los recursos naturales, así como la de los diversos elementos que componen los ecosistemas, obligan a solucionar los problemas de la demanda de materias primas en equilibrio con la conservación de la naturaleza, de manera que se permita salvaguardar el patrimonio que representa el medio y los recursos naturales para poder legarlos a las futuras generaciones.

En Ecuador esta actividad se la ha realizado por mucho tiempo como pequeña minería y minería artesanal (BCE, 2017). La minería en el Ecuador no ha dejado aún su nivel de desarrollo artesanal pese al apoyo político promulgado por el Gobierno (Calva, 2014). La minería artesanal es uno de los sectores con significativo crecimiento en las economías regionales a lo largo del país en los últimos años. Si bien, este crecimiento ha reducido la falta de empleo y contribuido a mejorar los ingresos monetarios en los centros poblados más alejados de las grandes urbes regionales, también ha traído consigo problemas relacionados a su crecimiento desordenado. Sin embargo, en los últimos años se han documentado muchos impactos de la minería artesanal que incluyen la contaminación al aire, del agua y el suelo.

Según información de la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2000), más de 13 millones de personas en el mundo realizan actividad Minera en Pequeña Escala (MPE). Se estima que en América Latina y el Caribe 1,6 millones de personas se dedican a la actividad minera en pequeña escala (OIT, 2002). La extracción aurífera es un tipo de disturbio antrópico que afecta todos los factores del ecosistema (flora, fauna, suelos, etc.), las geoformas del terreno

y las condiciones micro climáticas. En el Ecuador las áreas de extracción de minerales en muchos, casos se encuentran localizadas en los límites de las ciudades y Parques Nacionales (**Imagen 1**). Cuando la extracción de minerales se realiza irracionalmente sin una planeación de la explotación, los problemas que genera después del abandono son muy graves debido a que los taludes quedan inestables y se producen deslizamientos, que a su vez pueden causar pérdidas de vidas humanas. Otros problemas que crea una explotación no planeada son la pérdida del suelo superficial, contaminación de las aguas superficiales, emisiones atmosféricas de polvo y la emisión de ruido (Carbonell, 2003). Sin embargo, Michi y Azorza (2015), manifiestan que, en tierras minadas, pueden ocurrir ciertas condiciones extremas de suelo que impiden el crecimiento de plantas, en particular a las propiedades físicas, extrema falta de ciertos nutrientes, pérdida de la capa vegetal, afectación a corredores biológicos, degradación y erosión de suelos. En ausencia de regeneración natural y con altos niveles de degradación de suelos por la extracción de oro, se necesitan intervenciones de restauración activas para reiniciar el proceso natural de sucesión forestal y desarrollar suelos en pleno funcionamiento (Giraldo, 2017). El conocimiento actual de las técnicas de reforestación, remediación y sus costos no permite la expansión de la reforestación en áreas degradadas por la minería de oro; se necesitan intervenciones de restauración activas para reiniciar el proceso natural de sucesión forestal y desarrollar suelos en pleno funcionamiento. A pesar de que la minería de oro se inició hace ya varias décadas en la región amazónica, son pocos los estudios sobre sus efectos en el ambiente, especialmente aquellos sobre la recuperación de áreas degradadas (Rubio,2010).

Vanegas (2014), menciona que las empresas que efectúan la minería aurífera, están obligadas a prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos ambientales generados en su actividad productiva, así como se menciona en la Constitución Política de la República del Ecuador que considera en el Título II DERECHOS, Capítulo Segundo, Sección Segunda, Ambiente sano, Art. 14 se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, SUMAK KAWSAY, además sabiendo que se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. Es en este contexto que se propone el plan piloto de reforestación en suelo afectado por minería artesanal utilizando como alternativa *Ochroma pyramidale* (Cav, ex. Lam.) Urb.

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las actividades mineras a cielo abierto sin control ni, planificación, producen impactos ambientales negativos al aire, al agua y al suelo por las máquinas y técnicas empleadas para la extracción. La minería contribuye a la contaminación del aire mediante los gases tóxicos generados por las máquinas excavadoras, otros gases nocivos surgen por las explosiones que rompen las rocas, generando enfermedades respiratorias en los trabajadores y pobladores cercanos a la zona de excavación y afectando la biodiversidad del lugar (Vidal, 2008). También contribuye a la contaminación de los ríos aledaños a la extracción minera por las filtraciones y descarga de drenaje. Una visión más profunda de cómo la minería contribuye a la contaminación del suelo, se la puede palpar en la deforestación, excavación, extracción y transporte de materiales, los cuales cambian las condiciones naturales del paisaje, alterando ecosistemas, provocando la pérdida sustancial del suelo y aumentando el riesgo de fenómenos erosivos.

La concesión minera Curiyacu, cuyo código catastral es de 1090224, perteneciente al señor Iván Romero, ha provocado un incremento de estos impactos en el barrio 18 de marzo de la parroquia Ahuano del cantón Tena, impactos que afectan de manera directa al ecosistema y sus componentes. Esta actividad minera artesanal, no ha tomado en consideración la prevención y mitigación de impactos ambientales negativos que provoca la extracción del mineral, menos aún, se considera la recuperación y compensación al área degradada.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La actividad minera artesanal realizada por la Concesión Curiyacu, en el barrio 18 de marzo, parroquia Ahuano-provincia de Napo; genera efectos negativos sobre la salud y calidad de vida de las personas, contaminación de cuerpos de agua a causa de filtraciones y descargas de drenaje, contaminación de suelos, contaminación del aire debido al polvo generado, inestabilidad física que implica riesgo de derrumbes, deslizamientos y efectos negativos sobre otras actividades económicas, como la agricultura y ganadería (Corcuera, 2015).

Como una alternativa para la recuperación de los suelos afectados por la realización de la minería artesanal, se han revisado propuestas de actividades, tanto para recuperación del suelo como de la cobertura vegetal, un ejemplo es la labor que desempeña el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) a través de su Subsecretaría de producción Forestal, mediante la que se propone la Reforestación con fines comerciales, en la

que describe una lista de especies forestales nativas y exóticas para tal actividad; entre las especies se encuentra *O. pyramidale* (Cav, ex. Lam.) Urb, como alternativa de reforestación, para la región amazónica (MAGAP, 2015). En la Amazonía el aprovechamiento comercial de *O. pyramidale* (Cav, ex. Lam.) Urb se lo realiza a partir de los 3 a 4 años, pues esta especie se ve favorecida por la ubicación geográfica, el potencial forestal de sus suelos y los diferentes factores climáticos como: horas luz, humedad y temperatura; permitiendo que las plantaciones se desarrollen con mayor rapidez ya que *O. pyramidale* (Cav, ex. Lam.) Urb es una especie que requiere de plena exposición a la luz solar para desarrollarse (heliófila) (GAPO, 2016).

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿*Ochroma pyramidale* (Cav, ex. Lam.) Urb responde como alternativa de recuperación en suelo afectado por minería artesanal, en el barrio 18 de marzo de la Parroquia Ahuano?

1.4. HIPÓTESIS

El uso de especies de rápido crecimiento como *O. pyramidale* (Cav, ex. Lam.) restituyen suelos degradados con minería artesanal.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1.OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un plan piloto de reforestación en suelo afectado por minería artesanal utilizando como alternativa *O. pyramidale*, (Cav, ex. Lam.) Urb en el barrio 18 de marzo de la Parroquia Ahuano.

1.5.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el área afectada por la extracción minera, en el barrio 18 de marzo de la parroquia Ahuano.
- Diseñar un plan piloto de reforestación del área, bajo extracción minera para el barrio 18 de marzo de la parroquia Ahuano, con *O. pyramidale* (Cav, ex. Lam.) Urb

CAPÍTULO II.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES

La provincia de, Napo posee una alta presencia de oro aluvial, cerca de las poblaciones de Tena, Misahualli, Huambuno y Ahuano, presencia que, fue conocida desde hace más de 4 siglos, época en la que el oro era recolectado por métodos manuales y artesanales que, obviamente, alcanzaron niveles superficiales (poca profundidad), aunque se trabajó intensivamente. Durante la época de la república, estos trabajos decrecieron en gran medida, al punto que las actividades de lavado de grava aurífera solo fueron parte de la gestión económica alternativa individual o familiar de los colonos y nativos de dichas zonas (Pillajo, 2016).

En los últimos 35 años, con el incremento del precio del oro, se intensificaron los trabajos de búsqueda y extracción de oro aluvial, en toda la región amazónica y de manera particular en la zona del río Napo, contexto dentro del cual en 1994 ingresa la empresa Hampton Courtresources, empresa canadiense que, durante 5 años, exploró la zona comprendida entre los ríos Anzu y Jatunyacu, cerca de la ciudad de Tena.

En 1999, Hampton Courtresources cede los derechos y acciones que posee en sus concesiones a la también canadiense Tena Resources, empresa que, durante 2 años, siguió explorando el río Napo, pero en el año 2000 cede sus derechos y acciones a la empresa Ascendant, compañía que explora la zona de los ríos Napo y Huambuno en el sector Misahualli, gestión investigativa final que, entre los años 2000 y 2004, se centra en el río Tuyano, cerca de Huambuno, por parte de la empresa River Hill, en base a un acuerdo legal con Ascendant. En vista a que ni Ascendant ni River Hill llegan a poner en producción, explotación, las terrazas aluviales allí existentes, a partir del 2006, mineros informales ingresaron a dicha zona a desarrollar trabajos esporádicos de explotación artesanal, laboreo que permitió comprobar la existencia rentable de oro en las gravas del río Huambuno.

Los trabajos ilegales que se desarrollaban en dicha, zona fueron suspendidos por la Agencia de Regulación y Control Minero, ARCOM por transgredir las disposiciones legales

vigentes, circunstancia que llevó a que la Empresa Nacional Minera, ENAMI EP, en el año 2012, solicite cuatro (4) concesiones en el río Huambuno para efectuar estudios geológico-mineros de exploración y así obtener resultados positivos y proyectar una futura explotación. Ante estos pedidos, el Ministerio Sectorial (Recursos Naturales No Renovables), en ese entonces responsable del sector minero, le otorgó solo tres (3) concesiones, Huambuno 1, Huambuno2 y Huambuno 3, porque la restante se superponía a las áreas adjudicadas a Ascendant, que mantienen derechos mineros preestablecidos.

La ENAMI EP, al amparo de los correspondientes títulos mineros, en el año 2013 empieza sus labores de exploración en las tres concesiones, las que en conjunto totalizan 2.090 Ha, efectuando 51 pozos de evaluación en las terrazas del Río Huambuno, labores que definen, como zona de interés, una superficie de 255.69 Ha, con considerables volúmenes de grava e interesantes contenidos de oro para proyectar su explotación y procesamiento mineralógico, siendo el proyecto de mayor interés nacional en la parroquia Ahuano la concesión minera Huambuno, en la que se ha determinado la presencia del mineral oro con un potencial geológico aún por determinarse, sin embargo, la fase actual es de exploración inicial y se encuentra en elaboración el plan de exploración, así como la obtención de la licencia ambiental (Pillajo, 2016).

La parroquia Ahuano actualmente cuenta con 64 concesiones, en la que constan las tres concesiones mineras pioneras establecidas por el Ministerio Sectorial (Recursos Naturales No Renovables), además se encuentra presente la concesión minera Curiyacu en la que se realiza el presente proyecto; en la siguiente **Tabla 1** se detallan las 64 concesiones de la parroquia Ahuano.

Tabla 1. Listado de las concesiones minera de la parroquia Ahuano

Nombre	Titular	Superficie	Estado actual
Chonta Yacu 3	Calderón -Moreno Marcia Edita	6	Inscrita
Albán López Nancy Edilma	Albán López Nancy Edilma	6	En trámite
Nancy Edilma Albán López	Albán López Nancy Edilma	6	En trámite
Sumak Kichwa	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loreto	17	En trámite
Douglas Clarke	Clarke Macintire Nevarez Douglas Guillermo	6	En trámite

Cotapino	Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Orellana	27	En trámite
Santa Lucía	Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Orellana	38	En trámite
Las Malvinas	Mamallacta Cerda Margarita Rosalina	6	En trámite
Tigrillo colorado	Tanguila Andy Apolinario Gedeon	6	En trámite
Tigrillo	Campoverde Ríos Edwin José	6	Inscrita
Los Mortes	Valarezo Castillo Maritza Piedad	6	Inscrita
Casa Blanca	Campoverde Ríos Geovanny Marcelo	6	En trámite
Karin Nikole	Díaz López Víctor Hugo	6	En trámite
Huambuno 1	Empresa Nacional Minera ENAMI EP	930	Inscrita
Huambuno 2	Empresa Nacional Minera ENAMI EP	600	Inscrita
Huambuno 3	Empresa Nacional Minera ENAMI EP	560	Inscrita
Cotapino	Ministerio de transporte y obras públicas	23	Otorgada
Coca codo III	Cía Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair S: A COC	4	En trámite
Ahuano	Gobierno Provincial de Napo	24	Inscrita
Gato negro	Armijos Tucuri Luis Antonio	6	Inscrita
El Dorado	Cedillo Andrade José Pablo	6	Inscrita
Nuevo Paraíso	Construcciones maquinarias y servicios Yanouch y Cia Comasey	12	Inscrita
Rapago	Papa González Raúl Virgilio	6	Inscrita
Mirearmin	Armijos Armijos Juana Edita Mirella	6	Inscrita
Delicali	Caicedo Licuy Delfina Elizabeth	5	En trámite
Hernán Quezada	Quezada Cabrera Hernán Homero	6	Inscrita
Jorge Apolo	Apolo Ellizalde Jorge Luis	6	Inscrita
Rosa Barrionuevo	Barrionuevo Días Rosa Zenaida	6	Inscrita
Bolívar Juncal	Juncal Auqui Bolívar	6	En trámite
Piedra Dorada	Piedra Castillo Luis Enrique	6	Inscrita
Fidel Gallegos	Gallegos Jaramillo Fidel Aparicio	6	Inscrita
Pacay Chicta	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Tena	12	En trámite
Mina Ahuano	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Tena	3	Inscrita
Región amazónica	Yanouch Paéz Galo Hiroslav	6	En trámite
Ahuano	Lema Valencia Flor María	6	Inscrita
Ahuano	Empresa Pública de Desarrollo y Construcciones del GAD Provincial	21	En trámite
Campococha	Empresa Pública de Desarrollo y Construcciones del GAD Provincial	165	Inscrita
Río Chonta Yacu	Campoverde Ríos Angel Rolando	5	Inscrita
Napo-Tena-Ahuano	Campoverde Ríos Jaime Manuel	6	Inscrita
Región Amazónica	Aguinda Andi Clever Ramiro	6	En trámite
La Esperanza	Jiménez vega Abel Isafas	6	Inscrita
La Perla	Constructora Villacres Andrade S.A.	49	Inscrita

Región Amazónica	Grefa Tunay Fredi Daniel	6	En trámite
Bolívar Juncal	Barrionuevo Días Rosa Zenaida	6	Inscrita
Minero artesanal Yacu Runa	Mamallacta Cerda Antonio Alfredo	5	Inscrita
Área 9 Paraíso	Petroamazonas EP	100	En trámite
Área 7 Nueva Esperanza	Petroamazonas EP	100	En trámite
Pájaro Azul	Pullupaxi Lagos Milton Serafín	6	Inscrita
Sacha	Aguinda Augusto Eduardo	6	Inscrita
Bonanza	Castillo Callay Enrique Hernán	6	Inscrita
Rayo Carlos	Grefa Tunay Carlos Jorge	6	Inscrita
Chontayacu	Calderón Moreno Franco Rosalino	6	Inscrita
Napo Kury	Yumbo Huatatoca Joaquina Derafina	6	Inscrita
La Paulita	Ríos Bustamante Rosa Angela	6	Inscrita
Chonta Yacu 1	Calderón Franco Eladio	6	Inscrita
JC Bonilla	Bonilla García Juan Carlos	6	En trámite
Curiyacu	Romero pacheco Fulvio Iván	6	Inscrita
River Gold	Antia Olaya John Carlos	6	En trámite
Chonta Yacu 2	Moreno Reyes Santos Julia	6	En trámite
Piedra 4	Piñaloza Narváez Zulema Katherine	6	En trámite
Esperanza	Vega Apunte William Guillermo	6	En trámite
Pilar 1	Bonilla Tunay Jennifer Pilar	6	En trámite
La Toñita	Campoverde Ríos Mercedes	6	En trámite
Aguirre Patricia	Aguirre Peralta Patricia Elizabeth	6	En trámite

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Ahuano

2.2. CONCEPTOS

2.2.1. MINERÍA

La minería es una actividad económica que comprende el proceso de extracción, explotación y aprovechamiento de minerales que se hallan en la superficie terrestre con fines comerciales. En Ecuador esta actividad se la ha realizado por mucho tiempo como pequeña minería y minería artesanal. Es así que como, según el Plan Nacional de Desarrollo Minero, de la producción total de oro durante 2014, el 78% proviene de actividades relacionadas con la pequeña minería y el 22% de la minería artesanal; difiriendo del contexto minero internacional, donde el 82% de producción genera la gran minería, 10% la mediana minería y el 8% la pequeña minería y minería artesanal (BCE, 2018).

2.2.2. MINERÍA ARTESANAL

El Art. 134 de la Ley de Minería considera como minería artesanal y de sustento aquella que se efectúa mediante trabajo individual, familiar o asociativo de quien realiza actividades mineras autorizadas por el Estado en la forma prevista en esta ley y su reglamento que se caracteriza por la utilización de herramientas y máquinas simples destinadas a la obtención de minerales cuya comercialización sólo permite cubrir las necesidades básicas de la persona o grupo familiar que las realiza (Ministerio de Hidrocarburos, 2011). En muchos países, la mayoría de ellos producen oro, el cual tiene la ventaja de ser extraído, refinado y transportado en forma relativamente simple MAPE (s.f.) menciona que, en el Ecuador y Ghana, por ejemplo, el oro representa dos tercios de la producción de minerales.

2.2.3.SUELO

Tacuarembó (2015), menciona que el suelo es la capa superficial de la tierra y constituye el medio en el cual crecen las plantas. Es capaz de aportar los nutrientes fundamentales para el crecimiento de los vegetales y almacenar agua de lluvia cediéndola a las plantas a medida que las necesitan. De acuerdo con Dorronsoro (2007), este recurso se utiliza para fines muy diversos: agricultura, ganadería, pastos, extracción de minerales y de materiales. En este sentido, puede decirse que el suelo provee importantes funciones ambientales, dentro de las cuales se destaca ser el sustento de alimento para las plantas, almacenar nutrientes, poseer y albergar materia orgánica proveniente de restos animales y vegetales, ser el hábitat de diversos organismos que transforman la materia orgánica presente en él, entre otros factores que lo hacen ser esencial en el desarrollo de los ecosistemas de los cuales forma parte.

2.2.4. SUELO DEGRADADO

La degradación de la tierra se define como un declive temporal o permanente en la capacidad de producción. También puede definirse como la pérdida de utilidad actual o potencial, pérdida de cualidades intrínsecas y de funciones del suelo. Cuando los procesos de degradación ocurren sin que el ser humano interfiera, generalmente se producen a una velocidad que está en equilibrio con la velocidad de restauración natural. (Cantero, *et al.* 2015).

2.2.5. REFORESTACIÓN

La reforestación es un conjunto de actividades que comprende la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la plantación de árboles. Para que la reforestación se logre se deben realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones del sitio a reforestar y definir las especies a establecer, el vivero de procedencia, el medio de transporte, las herramientas a utilizar, la preparación del suelo, el diseño, los métodos, los puntos críticos de supervisión durante las actividades de campo, la protección, el mantenimiento y los parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la plantación (SEMARNAT, 2010).

2.3. BASES TEÓRICAS

2.3.1. EFECTOS E IMPACTOS DE LA MINERÍA EN EL AMBIENTE

La minería genera impactos ambientales y no es precisamente la más amigable en cuanto a generación de procesos de degradación ambiental. Entendida como el conjunto de actividades relacionadas con el descubrimiento y extracción de minerales implican la modificación de la geografía y la fisiografía del paisaje natural; las diversas fases del desarrollo minero afectan en distintos grados a los elementos ambientales naturales, sociales y culturales, según se trate de la fase exploratoria o procesamiento de minerales generando impactos negativos dentro de los cuales podríamos mencionar los siguientes: filtración de relaves, quema de amalgama, molinos y quimbaletes cercanos a viviendas, polvo de relaves y ruidos generados por molinera (Díaz y Butrón, 2014).

Al culminar las fases del proceso de extracción de oro, se pueden observar impactos negativos, que perjudican al suelo a la flora y a la fauna (Montes de Oca y Ulloa, 2013), como se anota en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Impactos ambientales de cada proceso de la extracción minera.

Acción/ Actividad	Factores que se afectan	Impacto
Desbroce	Suelo Flora y Fauna	Remoción de la vegetación y deforestación. Alteración de la calidad visual. Alteración del hábitat natural. y desplazamiento de la fauna.
Destape	Suelo Flora y Fauna	Aumento de los procesos erosivos. Alteración del hábitat natural. y desplazamiento de la fauna
Perforación, carga y voladura	Suelo Flora y Fauna Paisaje Atmosfera Aguas superficiales	Alteración de la calidad visual. Emisión de gases y polvo a la atmósfera. Emisión de ruidos y vibraciones. Alteración de la calidad del agua.
Formación de escombreras	Atmósfera Paisaje Suelo	Aumento de los procesos erosivos. Alteración de la calidad visual. Emisión de ruidos y vibraciones.
Preparación y transporte de material	Atmósfera Paisaje Agua	Alteración de la calidad visual. Emisión de gases y polvo a la atmósfera. Obstrucción y encenagamiento del río
Extracción y transporte de material	Atmósfera Paisaje Suelo Agua Flora y Fauna	Alteración de la calidad visual. Emisión de gases y polvo a la atmósfera. Aumento del nivel freático. Alteración del hábitat natural. y desplazamiento de la fauna. Remoción de la vegetación y deforestación.

Fuente: (Montes de Oca y Ulloa, 2013. p. 10)

2.3.2. SUELO DEGRADADO POR MINERÍA PARA EXTRACCIÓN DE ORO

Gardner (2001) señala que es frecuente el abandono de minas en malas condiciones con escaso o nulo tratamiento de rehabilitación, que es justamente la situación encontrada en la zona de estudio, en donde la mayoría han sido ya abandonadas, quedando el suelo gravemente afectado por esta actividad; en general la evaluación del estado de los suelos afectados por la minería aurífera aluvial en el tramo de estudio, reflejó los severos procesos de degradación que ha venido sufriendo este recurso asociado a la actividad minera, llevando a un cambio de aptitud de estos suelos. Las explotaciones mineras pueden ser causa y origen de fuertes impactos sobre el suelo,

debido principalmente a los grandes volúmenes de materiales que se desplazan, creando huecos y escombreras que cambian la fisiografía de la zona y alteran las características productivas del terreno, dando lugar a problemas ambientales, ecológicos y paisajísticos, allí donde se ubica la operación minera y trascendiendo a los alrededores en muchas ocasiones (Paradelo,2013).

2.3.3. LA REFORESTACIÓN Y LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS

Vanegas (2014), menciona que debido a que la minería es un mal necesario en el proceso de desarrollo de la calidad de vida de las poblaciones humanas, se debe pensar en los tipos de actuaciones que son necesarias para hacer una minería amigable con la naturaleza y que no genere consecuencias graves para las generaciones futuras. En general se puede mencionar que durante los trabajos de restauración, normalmente se siguen cinco pasos para las actividades encaminadas a la recuperación: (i) terminar con la causa de la afectación, (ii) mitigar los efectos producidos por la misma, (iii) llevar el sistema a condiciones semejantes a las que se presentaban en algún estadio sucesional previo, (iv) reincorporar elementos bióticos o abióticos originales al sistema y, (v) monitorear y modificar de forma iterativa los trabajos de restauración, dirigiendo el proceso sucesional de manera congruente con el objetivo de ésta. Sin embargo, es claro que cada ecosistema con una determinada afectación o disturbio particular, es una combinación única y, por tanto, requiere de un tratamiento específico adaptado a las condiciones, tensionantes, limitantes y condicionantes presentes en cada caso, todo ello dependiendo del tipo de afectación, las particularidades y tipo de ecosistema, el potencial de restauración y las posibilidades de manejo o recursos disponibles para su tratamiento, como la rehabilitación, remediación y reforestación.

2.3.4. REFORESTACIÓN CON *O. Pyramidale* EN ZONAS AFECTADAS POR MINERÍA

Según la CONAFOR, (2009) esta planta se ha empleado para rehabilitar sitios donde hubo explotación minera.

En La Reserva Nacional Tambopata-Madre de Dios-Perú se llevó a cabo una experiencia de reforestación en ecosistemas degradados por actividades de minería con *O. pyramidale* cuyos

resultados demuestran una alta sobrevivencia de plántulas usando la metodología del trasplante directo de las mismas, teniendo una sobrevivencia de 59,62% la técnica de trasplante resultó importante para maximizar la sobrevivencia de las plántulas El diseño experimental utilizado fue de tipo de parcelas divididas (split-plot model), este diseño permitió instalar bloques experimentales distanciados uno de otro. Se instalaron cuatro (04) bloques, en los bloques 1 y 2 se trasplantaron las plántulas a raíz desnuda, y en el bloque 3 y 4 se trasplantaron plántulas con bolsa de polietileno conservando el suelo contenido en la bolsa. Las distancias de cada plántula fueron de 3 x 3 metros y el hoyado en el suelo de aproximadamente de 30 x 30 x 30 centímetros de profundidad, el total de especies a plantar fueron de 1,111 individuos en un área de aproximadamente 1 hectárea (Michi y Azorza, 2015).

A nivel local en suelos degradados también se han planteado mecanismo de reforestación con diferentes especies forestales para incentivar la restauración de paisajes forestales, considerando el equilibrio y las interacciones que deben fomentarse, a corto y mediano plazo, es posible que continúe ganando terreno los usos de suelo que dan créditos económicos, tales como la expansión de la agricultura o las plantaciones forestales (por ejemplo: Balsa, *O. pyramidale*, Teca, *Tectona grandes* y Melina, *Gmelina arborea*) Bastidas (2015).

En áreas intervenidas por la minería aurífera en el sector Manuani-Inambari-Tambopata-Madre de Dios la especie *Ceiba pentandra* y *Erythrina ulei*, fueron las únicas especies que absorbieron mercurio a diferencia de la especie *Apeiba membranacea* y *Ochroma pyramidale* en las que los contenidos de mercurio no alcanzaron a los límites de detección, también se puede especular que estas especies no permiten el ingreso del Mercurio en su sistema. El Mercurio encontrado en los tejidos vegetales se le atribuye al derrame en el momento de amalgación del oro y la baja concentración se le puede atribuir a la facilidad que puede tener este metal para lixiviarse ya que el suelo después de ser removido queda con una textura arenosa (Huayllani, 2016).

2.3.5. PLANTACIONES E INCENTIVOS FORESTALES COMERCIALES

Una plantación forestal comercial es el establecimiento y manejo de especies forestales en terrenos de uso agropecuario o terrenos que han perdido su vegetación forestal natural (Comisión Nacional Forestal, 2017).

El otorgamiento de los incentivos a las plantaciones forestales comerciales tras su establecimiento, manejo y posterior comercialización de la madera, tienen un alcance nacional, aplicada para el Ecuador, el cual constituye una transferencia económica de carácter no reembolsable, que entrega el estado ecuatoriano, a través de la Subsecretaria de Producción Forestal (SPF) del Ministerio de agricultura, ganadería y Pesca (MAGAP), a las personas naturales, jurídicas, comunas, asociaciones y cooperativas productivas, para desembolsar o reembolsar una parte de los costos del establecimiento y mantenimiento de las plantaciones forestales. Por esta razón, el Ecuador en términos de corto y mediano plazo se convertirá en una potencia forestal, que además de ampliar su masa boscosa, promoverá la pequeña, mediana y gran industria, estimulará las economías de los sectores sociales más vulnerables, la conservación de los ecosistemas y el manejo forestal sustentables el cual constituye al cambio de la matriz productiva (MAGAP, 2015) (**Figura 1**).

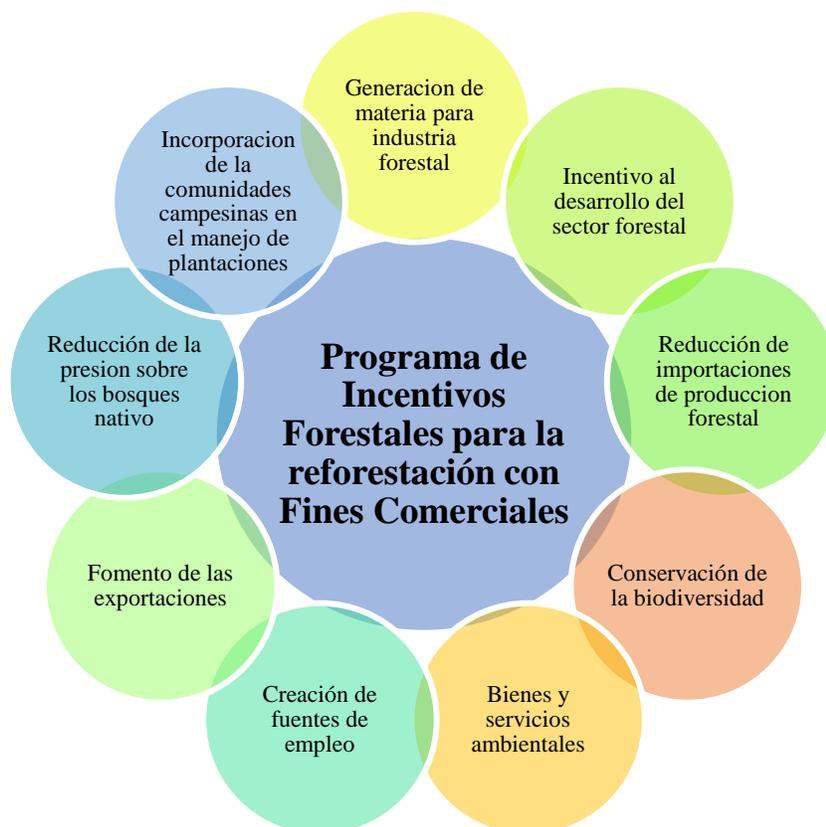


Figura 1. Cambio de la matriz productiva (MAGAP, 2015. p. 26)

2.3.6. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE A SER UTILIZADA

Reino.....Plantae
División.....Magnoliophyta
Clase.....Magnoliopsida
Orden.....Malvales
Familia.....Malvaceae,
Género.....*Ochroma*
Especie.....*O. pyramidale* (Cav, ex. Lam.) Urb.

Nombres comunes: Balsa, Palo de balsa, Boya, Topa, Guano, Corcho, Lana, Pau de balsa y Bois flot.

a. Descripción botánica.

Es un árbol de hábito heliófilo, de crecimiento rápido, característica de la vegetación secundaria temprana, muy abundante en la cercanía a ríos, caminos y zonas con alteración antropogénica. Se encuentra distribuida en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, pero también en zonas con una estación seca marcada. las hojas son grandes, acorazonadas y caen durante la estación seca y fructificación a fines de esta. Algo vistoso en esta especie son las grandes flores blancas o cremas en forma de copa que pueden ser de hasta 11 cm. de largo. El fruto es una cápsula alargada de hasta 25 cm. con el interior lanoso. Las semillas son numerosas envueltas en pelos largos que forman el algodón que se conoce como “kapok”. Las semillas son transportadas por el viento a grandes distancias. Sorpresivamente, los árboles de *O. pyramidale* dan flores y frutos con tan sólo 3 ó 4 años. Este fenómeno se debe a que la especie es de longevidad corta, llegando a vivir hasta 40 años aproximadamente (Cevallos y Pérez, 2009).

Es polinizada por murciélagos frugívoros y, hay indicios de polinización cruzada que promueve la formación de mayor cantidad de semillas por fruto. La madera es de buena calidad, durable, aunque muy blanda y muy liviana, empleada en la región amazónica para construir artesanías por su facilidad de manejo (Castro, 2013).

b. Requerimientos climáticos.

La *O. pyramidale* necesita de los siguientes requerimientos climáticos:

- Altitud: 0 – 1000 msnm
- Precipitación: 1500 – 3000 mm, pudiendo soportar 500 mm
- Temperatura: 22 – 27°C

c. Requerimientos edáficos.

(Promadera, 2012) menciona que el crecimiento óptimo de la especie *O. pyramidale* coloniza en suelos profundos de origen aluvial, con buena aireación y en ningún caso anegado, o bien en suelos arenosos o levemente arcillosos, y suelos franco arenoso, producto de la meteorización de rocas ricas en bases. Se desarrolla muy bien en suelos que han sido sometidos a quemas. Entre los sitios frecuentemente colonizados se encuentran los aluviones nuevos, rellenos de construcción, siembras abandonadas, áreas llanas como en pendientes escarpadas, áreas severamente quemadas, áreas de corta total, claros causados por la caída de árboles (Vinuela, 2012). y según la CONAFOR, (2009) menciona que esta planta se ha empleado para rehabilitar sitios donde hubo explotación minera.

d. Regeneración natural

La regeneración natural de la balsa es buena. Se encuentra en bosques secundarios como una especie pionera y raras veces se la encuentra en bosque primario, usualmente situada en claros que son formados por árboles caídos. *O. pyramidale* es buena para la restauración de sitios alterados (Vázquez *et al.*1999). Por su alta producción de hojarasca y, por consiguiente, acumulación de materia orgánica en el suelo, es ampliamente estudiada y utilizada en procesos de restauración ecológica y recuperación de suelos (Diemont, 2006), su desarrollo en espacios abiertos ha sido atribuido a la alta producción de biomasa foliar, lo cual es el resultado de un alto índice de área foliar (Dalling *et al.*1999). Esta especie es recomendada para la protección y estabilización de suelos, para el control de la erosión y la rehabilitación de suelos degradados.

e. Factores limitantes para el crecimiento

- Suelos con baja capacidad de drenaje
- Suelos con alta salinidad
- Especie intolerable a la sombra

f. Plagas y enfermedades

La madera, como materia orgánica, está expuesta a enfermedades, plagas y a los ataques de seres que viven a sus expensas, y por ello, al sufrir serios defectos en su utilización, es desechada para usos industriales. Estos defectos pueden originarse en el mismo árbol, o después de cortados los troncos; y son debidos a los agentes físicos, al desarrollo de sus fibras, a la descomposición de sus tejidos, y a los efectos de animales dañinos. A continuación, se menciona una de las enfermedades y plagas más comunes.

Nombre científico: *Ceratocystis sp*

Nombre común: Pata roja

Es una enfermedad que afecta a la planta, es una mezcla de bacteria, hongo e insecto, el mismo que se desarrolla en el látex que se genera en las heridas del árbol.

Prevención: No causar heridas a los arboles al momento de realizar labores silviculturales.

Síntomas: Látex color rojizo en el lugar de la herida

Control: Eliminar los arboles atacados por pata roja y aplicar cal en el área afectada.

Nombre científico: *Coptoborus ochromactonus*

Nombre común: escarabajo ambrosia

es un escolítido asociado al cultivo de balsa, que causa perforaciones y construye galerías en fuste y ramas

g. Uso de la madera

Sin duda alguna cabe destacar que la principal propiedad de la madera de Balsa es la relación entre su peso sumamente liviano y su alta resistencia y estabilidad, por lo que esto se destaca como su cualidad y capacidad más sobresaliente.

Los usos de la madera de balsa son extraordinarios ya que muchos los utilizan como aislante acústico, térmico y vibrático motivo por el cual es empleada para recubrimiento de interiores en edificaciones y barcos, en la fabricación de tableros y paneles livianos. Entre sus usos tradicionales encontramos la fabricación de boyas o salvavidas también uno de sus usos más destacados es la manufactura de artesanías, artículos deportivos y especialmente en la elaboración de partes y aviones a escala en el aeromodelismo (Ramos, 2016).

h. Importancia económica.

Es una especie de gran demanda en el mercado internacional. Las personas le dan una infinidad de usos, que van desde la artesanía la marquetería hasta el aeromodelismo. En la actualidad se utiliza la madera para tableros “listoneados” alivianados. El Ecuador es uno de los principales comercializadores de madera de balsa ya que su zona subtropical presenta una condición geográfica y climática óptima para su desarrollo; la industria nacional exporta en bloques encolados, tableros y madera cepilladas. Su mayor producción se concentra en las provincias de Guayas, El Oro, Los Ríos, Esmeraldas y Pichincha (González *et al.*, 2010; Molina, 2014). A nivel mundial Ecuador exporta la madera de balsa en donde el monto total de las exportaciones es de \$ 156,4 millones USD, de los cuales Ecuador genera un monto de \$ 121,8 millones USD, lo que le otorga una participación de 77.9% de las exportaciones mundiales (ProEcuador, 2016). Las plantaciones de *O. pyramidale* son una excelente opción para el inversionista de corto plazo, ya que la producción es muy rentable y el turno de aprovechamiento es de apenas 4 a 6 años, según la calidad del sitio. Comercialmente esta madera es muy utilizada debido a su bajo peso específico, ya que es empleada como material aislante térmico, acústico y eléctrico, así como para alivianar tableros. La demanda de productos es cada vez mayor, por lo que es importante tomar en cuenta que es una especie pionera de rápido crecimiento y que produce una madera suave. En el Ecuador, el crecimiento de *O. pyramidale* es muy acelerado, principalmente debido a la ubicación geográfica del país en el centro del mundo ya que disponemos de 12 horas de luz solar durante todos los días del año (Ecuador Forestal, 2012).

CAPÍTULO III.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

El proyecto de investigación se efectuó en el barrio 18 de marzo de la parroquia Ahuano, del cantón Tena, perteneciente a la provincia de Napo, ubicada en las coordenadas $-1^{\circ}08'33.3''S$, $-77^{\circ}53'01.9W$ con una población total de 230 habitantes, su altitud oscila entre los 320 y 1600 msnm con una temperatura media anual de $24.0^{\circ}C$, la precipitación media aproximada es de 3536 mm anuales, la parroquia presenta en su estructura física un relieve homogéneo considerado plano a moderadamente plano.

La investigación de campo se realizó en una hectárea de suelo afectado por la minería artesanal, en la concesión Curiyacu cuyo código catastral es de 1090224, que tiene una superficie total de 6 hectáreas (**Figura 2**). El proyecto tuvo una duración de 400 horas (trabajo de campo y gabinete).

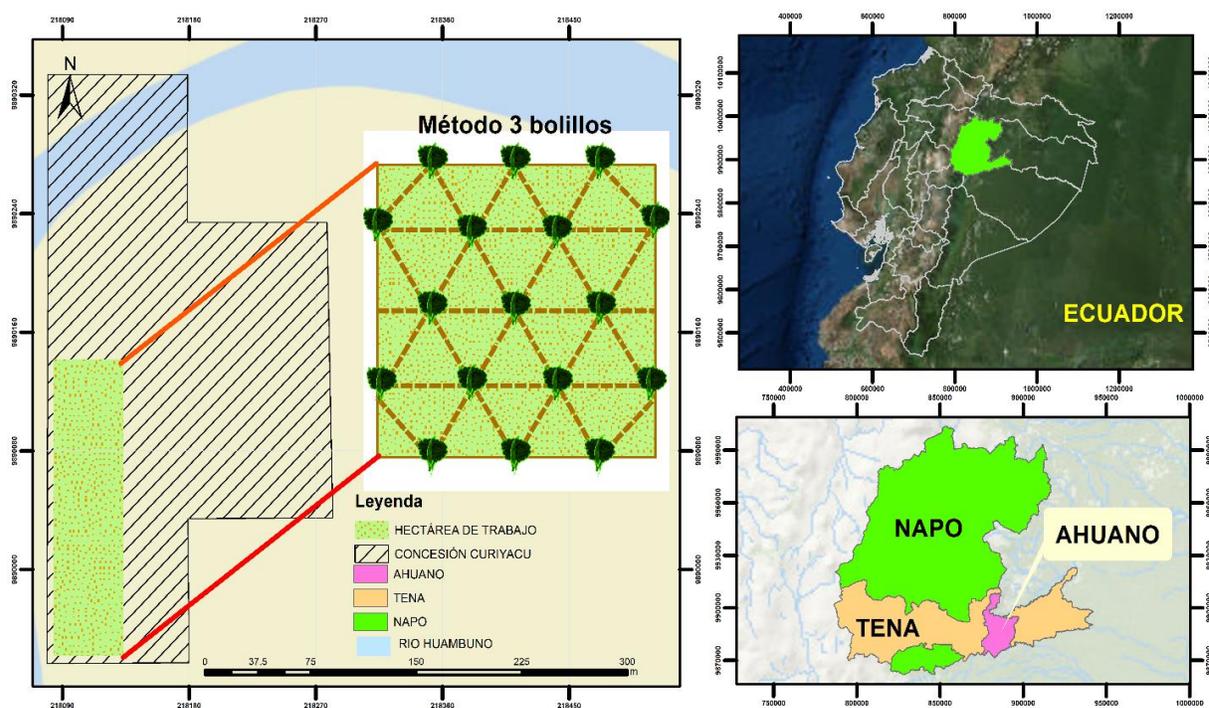


Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio en la parroquia Ahuano

Para la investigación de campo se firmaron acuerdos tanto con el señor Iván Romero propietario de la concesión Curiyacu (**Documentación 1**) y con el señor Federico Aguinda presidente del barrio 18 de marzo (**Documentación 2**), para tener libre acceso al área de estudio.

Las vías de comunicación y acceso al área de estudio siguen la siguiente ruta: desde Quito, se llega por el eje vial Amazónico, que une la ciudad de Quito con Baeza, Tena y Puerto Napo-Ahuano, el recorrido en auto particular dura alrededor de 3 a 4 horas hasta Puerto Napo, donde se continúa por una vía de segundo orden que conduce a la parroquia Ahuano, cruzando el río Napo en gabarra y canoas trayecto que dura un tiempo aproximado de 30 minutos.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En una primera fase para el diseño de la investigación se utilizó la modalidad documental-bibliográfica con información que se extrajo de fuentes secundarias, con el fin de conocer resultados obtenidos sean o no positivos, sobre la reforestación con *O. pyramidale* para la recuperación de suelos afectados por minería en zonas con condiciones similares al lugar de estudio.

En una segunda fase el diseño se complementó con la elaboración de una propuesta piloto de reforestación, en base de la revisión de metodologías y experiencias similares.

Dentro de las siete líneas de investigación con las que cuenta la Universidad Estatal Amazónica, el presente proyecto, corresponde a la línea investigativa de Gestión y Conservación ambiental, en lo referente a la remediación de áreas contaminadas.

3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto presenta una investigación deductiva, pues se basa en el razonamiento de casos prácticos universales, es decir se inicia por lo general a lo particular para proporcionar conclusiones específicas a nuestra realidad en el campo investigativo. Además de ello utiliza experiencias de la realidad y la observación para adquirir nuevos conocimientos.

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA

Para diagnosticar el área se procedió a evaluar dos variables, el tipo de suelo y la vegetación existente en la zona, esta información contribuye a determinar la situación actual de la concesión Curiyacu, lo que permite contar con una línea base que posibilite iniciar el trabajo de recuperación del suelo afectado por la actividad minera.

3.4.1.1. TIPO DE SUELO

Las manos humanas son sensibles a la diferencia de tamaños de las partículas de tierra, de manera que estamos en posibilidad de determinar la textura o sentir al tacto la contextura de la tierra (Cock *et al.* 2010). Para lo cual se procedió a utilizar el método de textura al tacto.

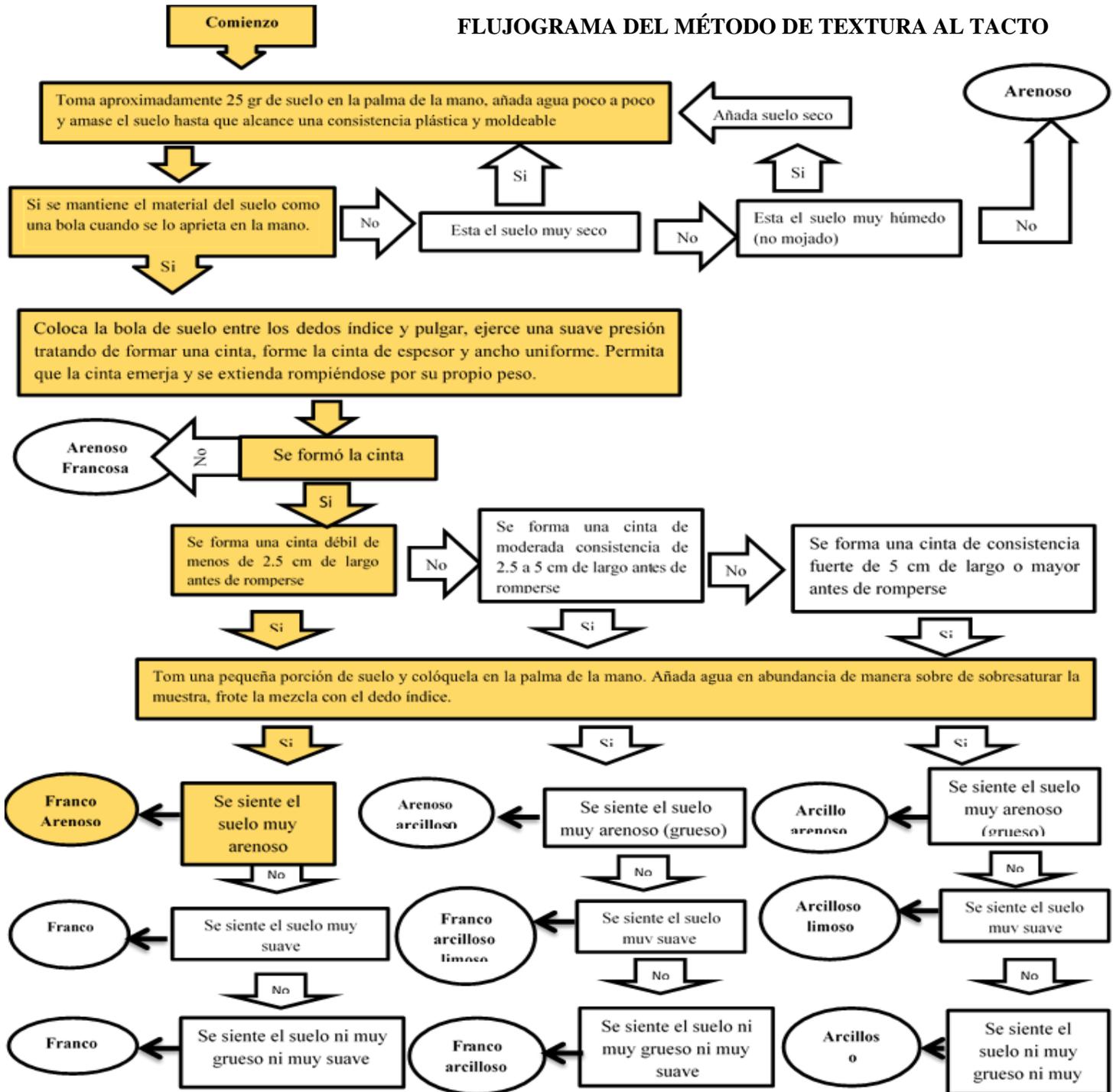


Figura 3. Flujograma del Método de Textura al Tacto

Fuente: Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico.

3.4.1.2. TIPO DE VEGETACIÓN

Para determinar el tipo de vegetación de la zona de estudio se procedió a realizar la siguiente metodología propuesta por INIAP (2008).

- Se registraron las especies, identificándolas con el nombre común y con el nombre científico de todos los individuos encontrados dentro de la hectárea seleccionada, para lo cual se utiliza la siguiente tabla (**Tabla 3**).
- Para la ejecución del muestreo e identificación se designa el equipo de trabajo que va a participar, el mismo que fueron constituido por cuatro personas, las mismo que cumplirán un rol específico: el encargado del inventario, el baquiano procedente del barrio 18 de marzo que posee conocimientos sobre las especies forestales, un anotador de datos y un fotógrafo.
- Se realiza comparaciones necesarias con las muestras obtenidas para asignar los nombres científicos a las especies con ayuda de libros botánicos.
- Para las gramíneas se utilizó el método de Braud Blanquet el cual permite conocer la cobertura de la especie que presenta en el área mediante una escala para que la determinación sea rápida. Para determinar el porcentaje de cobertura se utiliza el índice de abundancia dominancia el cual permite establecer 5 escalas como se detalla en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Valores para la cobertura

Escalas	% de cobertura
5	75 – 100
4	50 – 75
3	25 – 50
2	5 – 25
1	<5

Fuente: Escuela europea de Braun-Blanquet

3.4.2.DISEÑO DE LA PROPUESTA

Una vez diagnosticado el área de estudio se incluirán las actividades de establecimiento tales como: preparación del terreno, control de maleza pre siembra, trazado de la siembra, siembra, seguimiento y monitoreo lo cual se contemplaría para la hectárea, además el mantenimiento de la plantación se propone un turno de 3 años en el mismo que se planifica desarrollar todas las labores silviculturales (corona, chapias y raleos).

3.4.3.RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

3.4.3.1. RECURSOS HUMANOS

Tabla 5. Recursos humanos para el proyecto de investigación

Nombre y Apellido	Profesión	Cargo
Jennifer Montaña	Estudiante	Autor del proyecto de grado
Kendra Puma	Estudiante	
Marlon Núñez	Dr.	Tutor del proyecto de grado
Iván Romero	Minero	Propietario de la Concesión “Curiyacu”
Cesar Puma	Ab.	Presidente de la Junta Parroquial
Federico Aguinda	Agricultor	Presidente del Barrio 18 de marzo
Olga Sula	Ing. Forestal	Equipo colaborador para la fase de campo
Freddy Alvarado	Baquiano	

Fuente: Elaboración propia de los autores

3.4.3.2. MATERIALES

Tabla 6. Materiales para el proyecto de investigación

Trabajo de Campo	Guía de textura de suelo
	Espátula
	Flexómetro
	Lapiceros
	Libreta
	Botella de agua
	Regla
	Cámara fotográfica
	Estacas
Trabajo de Escritorio	Computadoras
	Calculadora
	Impresora

Fuente: Elaboración propia de los autores

CAPÍTULO IV.

4. RESULTADOS

4.1. TIPO DE SUELO

De acuerdo al método de textura al tacto se encontró que el tipo de suelo presente en el barrio 18 de marzo de la Parroquia Ahuano presentó las siguientes características: color marrón claro, al frotar entre los dedos se percibió áspero observando partículas finas lo que da como resultado un tipo de suelo franco-arenoso, cumpliendo los requerimientos edáficos para la adaptación y desarrollo de la especie *O. pyramidale* (Imagen 2-3).



Imagen 2-3. Proceso de identificación del tipo de suelo en el área de estudio, mediante el método de la textura al tacto

4.2. TIPO DE VEGETACIÓN

El grafico 1 muestra la distribución de las familias, especies e individuos encontrados en el inventario forestal, con un total de 49 individuos pertenecientes a 17 especies, dentro de 13 familias las cuales fueron reconocidas con ayuda de un baquiano (persona conocedora de especies forestales) procedente del barrio 18 de marzo, el cual nos da a conocer los nombres comunes de las especies para posteriormente consultar los nombres científicos en libros.

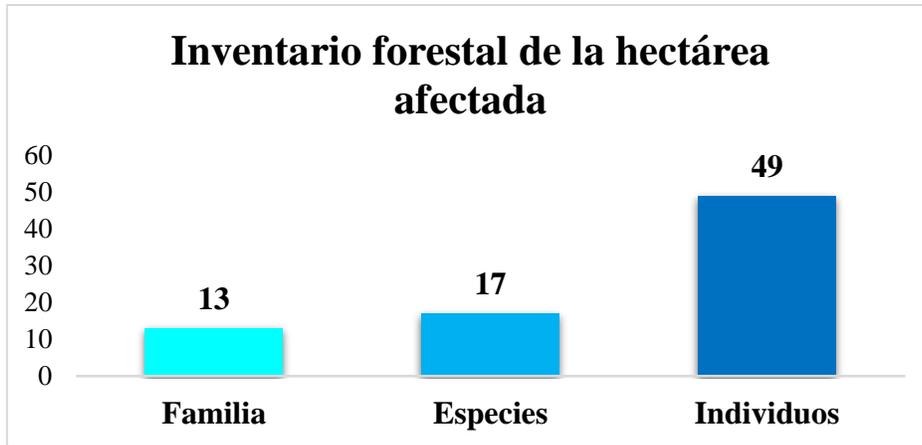


Gráfico 1. Inventario forestal de la hectárea afectada

El Gráfico 2 muestra el número de individuos presentes por especie. La especie *O. pyramidale* (Balsa) presento 7 individuos, siendo la especie con mayor predominancia en la zona de estudio, esto se debe a que la especie se considera como pionera para la restauración de claros existentes en los bosques, mientras que *Theobroma cacao* y *Cordia alliodora* se encontró 5 individuos de cada una, de *Coffea arábica* se obtuvo 4 individuos, las especies *Cedrelinga catemfommis*, *Pourouma cecropiifolia*, *Calliandra brevipes*, *Psidium guajaya* y *Swietenia macrophylla* solo presentaron 3 individuos por especie, las especies *Croton lechleri*, *Inga edulis*, *Piptocoma dicolor*, *Cedrela odorata* y *Otoba glycyarpa* presentaron 2 individuos de cada una, y por último la especie con menor predominancia es *Bactris gasipae* (Chonta), presentando 1 individuo.

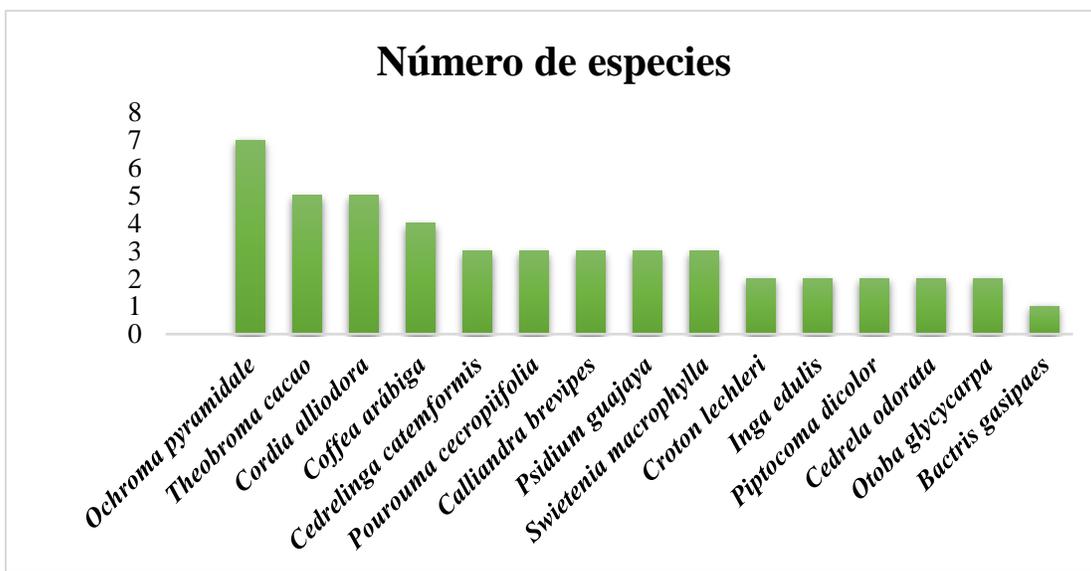


Gráfico 2. Números de individuos existentes en el área de estudio

El gráfico 3 representa el porcentaje de cobertura de las *Urochloa brizantha* con un total de 55% y *Pennisetum purpureum* con un total de 45%, se debe a que son especies pioneras que cubren terrenos desnudos y perturbados, Según Andrade (2014) menciona que las gramíneas ocupan la segunda categoría de usos del suelo ya sean cultivados o naturales de la provincia de Napo.

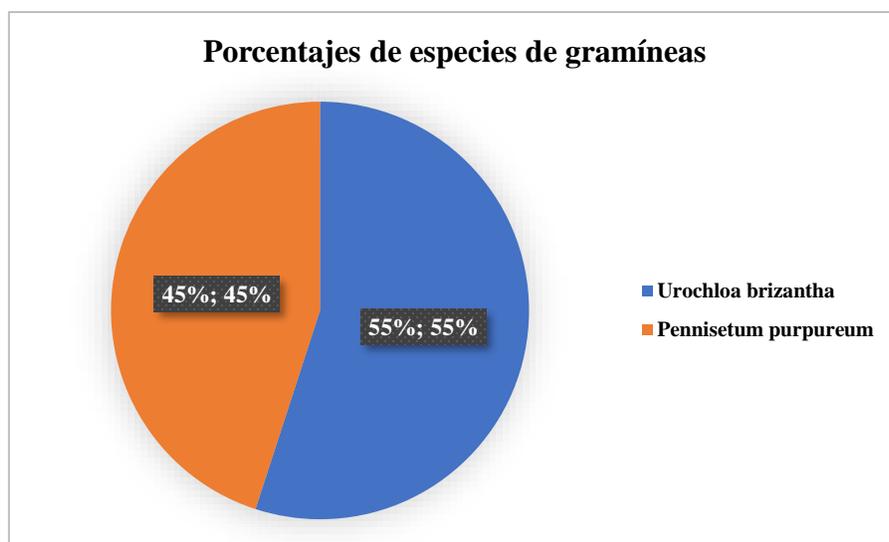


Gráfico 3. Números de gramíneas existentes en el área de estudio

4.3. DISEÑO DE LA PROPUESTA PILOTO

El diseño de la propuesta se realizó en una hectárea de la concesión “Curiyacu”, en relación al mantenimiento de la plantación de *O. pyramidale*, se propone un turno de 3 a 4 años como se indica en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Datos informativos de la hectárea a reforestar

DATOS INFORMATIVOS	
Especie	<i>O. pyramidale</i>
Superficie	1 hectárea
Densidad	721 plántulas/ha
Espaciamiento	4 x 4 m
Turno	3 a 4 años

Fuente: Elaboración propia

a. Preparación del terreno

Se deben realizar actividades de desbroce de maleza alta (socola) y eliminación de la maleza pequeña (chapias), se utilizará la ayuda de estacas para la marcación del terreno, con el fin de indicar la distancia adecuada para la siembra.

b. Control de maleza pre siembra

Luego de la preparación del terreno para la plantación, se realiza el control de maleza, es preferible ejecutar el trabajo a mano es decir sin uso de agroquímicos, sin embargo, se menciona la metodología propuesta por el (GAPO, 2016), utilizar dosis adecuadas de herbicidas, glifosato 2 a 3 lt/ha dependiendo de la altura de la maleza.

c. Trazado de la siembra

Es importante conocer el trazado de la siembra porque permite saber cuántas plantas se necesitan y cómo van distribuidas. Según Permacultura México (2016) para saber cuántas plántulas se necesitan en el área de estudio se utilizó la siguiente formula:

$$N = \frac{AT}{d^2} * 1.154 \tag{1}$$

Dónde:

N = Número de plantas

AT = Área total

d = Distancias entre plantas

1.154 = Constante

$$N = \frac{10000}{(4)^2} * 1.154$$

$$N = \mathbf{721 \text{ plántulas/ha}}$$

Ecuación 1. Números de plántulas para la reforestación

Las especies se sembrarán con el sistema del trazado de “Tres Bolillos”, el cual consiste en formar un triángulo colocando una plántula de *O. pyramidale* en cada lado a una distancia de 4x4m, obteniendo un total de 721 plántulas/ha (**Ecuación 1**) esto permitirá controlar la erosión, realizar los raleos de mantenimiento sin ninguna dificultad y además este método es utilizado para la reforestación **Figura 4**.

d. **Hoyado:** el hoyo tendrá una dimensión de 30 cm de diámetro y 30 cm de profundidad, para la identificación de cada hoyo realizado se colocará una estaca para diferenciar la distancia entre plántulas.

e. **Siembra**

El método de plantación será el de trasplante directo la misma que se realizará colocando la plántula directamente en el hoyo, luego se procede a cubrir la plántula con suelo abonado. Las plántulas tendrán un tamaño de 30 cm que se utilizarán para el trasplante las cuales serán adquiridas mediante la compra en viveros ubicado en la provincia de Napo.

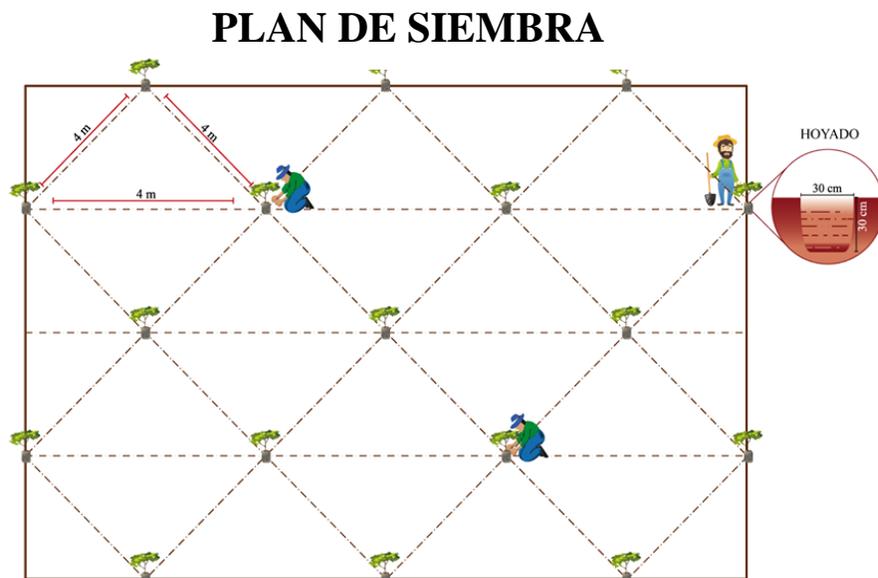


Figura 4. Plan de siembra en el barrio 18 de marzo de la parroquia Ahuano, provincia de Napo

f. **Seguimiento y monitoreo**

Se realizará el monitoreo a los 20 días para tomar datos de adaptación, con la finalidad de registrar si la planta se adaptó. Una vez adaptadas se podrá registrar el porcentaje de sobrevivencia para de ser necesario reemplazar aquellas que no han sobrevivido.

- **Raleo:** Permite realizar el control de la plantación durante su crecimiento el cual consiste en seleccionar los mejores arboles asegurando un aumento de sus dimensiones y tamaño de la planta; en él se especifican tres aspectos de las plantas para ver su estado siendo los siguientes; la circunferencia de color verde permite conocer la cantidad de árboles que se encontrar en un estado perfectos (sano), la circunferencia de color marrón indicará a los árboles que tengan alguna mal formación durante su desarrollo y las circunferencias de color

rojo indicará la cantidad de árboles que han muerto durante el transcurso de la plantación como se muestra en la **Figura 5**. Para la *O. pyramidale* se recomienda realizar dos raleos, al segundo y cuarto

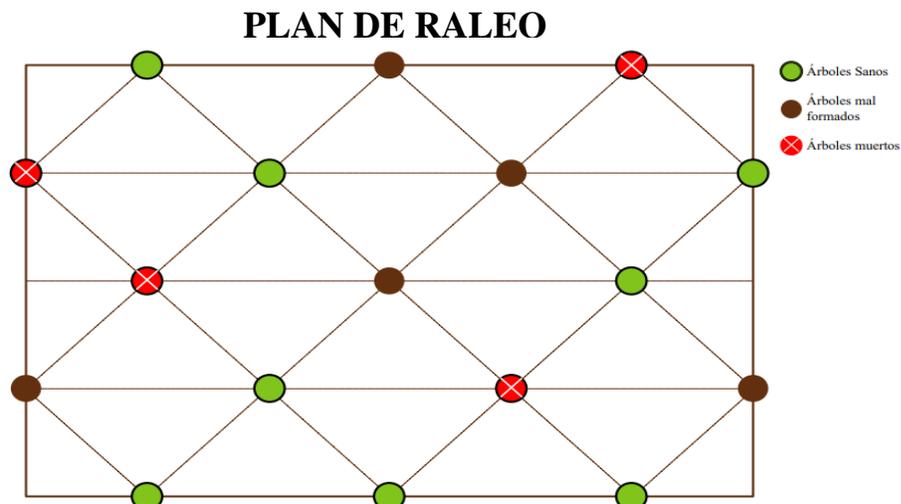


Figura 5. Plan de raleo en el barrio 18 de marzo de la parroquia Ahuano, provincia de Napo

- **Turno o Corta final:** En el caso de *O. pyramidale*, se realiza de 3 - 4 años en la Amazonía, cosechando aproximadamente entre 300 a 350 árboles por hectárea, los mismos que serán aserrados y aprovechados por las familias del barrio 18 de marzo de la parroquia Ahuano al momento de comercializar al mercado maderero **Figura 6**.

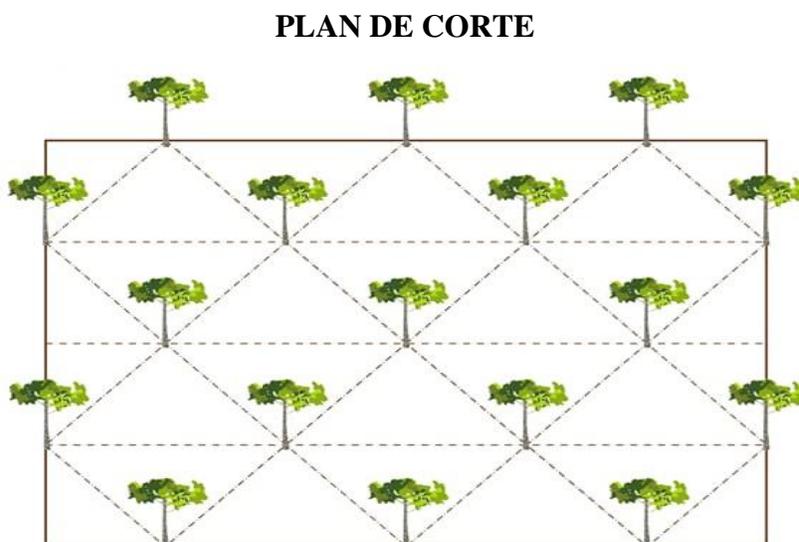


Figura 6. Plan de corte Plan de raleo en el barrio 18 de marzo de la parroquia Ahuano, provincia de Napo

Después del turno o corta final de la especie *O. pyramidale* es recomendable la revegetación de la hectárea aprovechada con especies nativas con el objetivo de una restauración ecológica del área aprovechada.

3.4.4.COSTO DE ESTABLECIMIENTO

Los egresos para implementar y mantener una plantación de una hectárea de *O. pyramidale* son las que se detallan en la **Tabla 8**.

Tabla 8. Costo de establecimiento de una hectárea de *O. pyramidale*

ACTIVIDAD	Costo Unitario	Cantidad	Unidades	COSTO POR AÑO				
				0	1	2	3	TOTAL
ESTABLECIMIENTO								
Preparación del terreno	100	1	Ha	100				100
Balizada en tres bolillos	15	3	J/Ha	45				
Aplicación de herbicida	15	2	J/ha	45				45
Plantas de balsa	0,22	1000	U	220				220
Herbicidas	8	4	Lts/ha	32				32
Transporte	50	1	Dia	50				50
Siembra de la balsa	15	3	J/Ha	45				45
Corona	15	4	J/Ha	60				60
Chapia	15	3	J/Ha	45				45
Subtotal								642,00
MANTENIMIENTO								
Actividades								
Chapia	15	2	J/ha	30	30	15	15	75
Aplicación de herbicida	15	1	Ha	15	15	15	15	60
Herbicidas	8	2	Lts/ha	16	16	16	16	64
Raleos 1	15	1	J/ha			15		15
Raleo 2	15	1	J/ha				15	15
Chapias	15	1	J/ha	15	15	15	15	60
Sub total								289,00
Total								931,00

CAPÍTULO V.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. La concesión Curiyacu ubicada en el barrio 18 de marzo de la parroquia Ahuano, posee un total de seis hectáreas de la que se tomó una hectárea de referencia para la propuesta piloto de reforestación con *O. pyramidale* para recuperar el suelo alterado; el suelo está afectado en un 100% por la actividad minera artesanal, tanto por la ocupación como por la modificación que provoca esta actividad, los efectos se pueden verificar de forma directa la deforestación, excavación, extracción y transporte de materiales, de modo que se nota un cambio en las condiciones naturales del paisaje, alterando ecosistemas, provocando la pérdida sustancial del suelo, provocando también inestabilidad física que implica riesgo de derrumbes, deslizamientos, erosiones y efectos negativos sobre otras actividades económicas, como la agricultura y ganadería.
2. Las familias Malvaceae y Poaceae presenta mayor abundancia en el área de estudio con un total de 7 individuos de *O. pyramidale* y 5 individuos de *Theobroma cacao* perteneciente a la familia Malvaceae y 2 especies de *Urochloa brizantha* y *Pennisetum purpureum* de la familia Poaceae, siendo estas dos familias predominantes en el área de estudio.
3. *Ochroma pyramidale* necesitan suelos franco- arenoso para su desarrollo, en la parroquia Ahuano del barrio 18 de marzo presenta un suelo franco – arenoso, cumpliendo los requerimientos que la especie necesita para su desarrollo , además esta especie ha sido utilizada para la rehabilitación y recuperación de sitios degradados por distintas actividades, ayuda a combatir la desertificación, promover actividades que fijan dióxido de carbono, disminuir la erosión, estabilización de suelos y mejora el aspecto paisajístico, etc.
4. En el área de estudio se propuso la metodología de los tres bolillos a una distancia de 4x4 metros entre cada plántula dando un total de 721 plántulas/h, las misma que permitirá una adecuada distribución de las raíces, facilita el proceso del raleo y contribuye el crecimiento en altura del fuste de la especie.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere que, para la recuperación de suelos afectados por actividades mineras, se consideren las especies emanadas por el MAGAP, entidad que propone un listado de especies forestales maderables nativas de la región amazónica, las cuales son aptas para reforestaciones de áreas degradados, recuperar el suelo, aumentar el beneficio ambiental y además si se usa especies autótonas de la zona no alteramos el paisaje.
2. Involucrar a los integrantes de la comunidad por lo que permite el acercamiento con los beneficiarios del proyecto quienes se involucran en todas las fases del mismo, garantizando su apropiación, mantenimiento y aprovechamiento.
3. Utilizar el trazado de los tres bolillos en conjunto con la metodología del trasplante es una buena alternativa para el desarrollo de la especie como para su cuidado y mantenimiento porque permite un mejor control de la erosión, debido a la distribución de las raíces y la buena cobertura que proporcionan las copas de los árboles, a su vez hay un mejor control contra la acción del viento y se puede realizar los raleos con facilidad.
4. Es importante la réplica de la propuesta en la totalidad del área del estudio porque permite recuperar y mitigar los daños que con anterioridad se le dio al suelo por la realización de la actividad minera y así también la misma comunidad obtendrá un beneficio económico que sustentará a la economía de cada una de las familias del barrio 18 de marzo.

CAPÍTULO VI.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, C. (2014). Porcentajes de gramíneas en la provincia de Napo. (Tesis Maestría). Universidad Central del Ecuador.
- Banco Central del Ecuador. (enero de 2017). Reporte de Minería. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/ReporteMinero012017.pdf>.
- Banco Central del Ecuador. (01 de 10 de 2018). Cartilla informativa. Recuperado el 01 de Octubre de 2018, de Cartilla informativa: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/cartilla00.pdf>
- Bastidas, M. (2015). Mecanismos de incentivo para la restauración de paisajes degradados. (Tesis Maestría). Universidad Católica del Ecuador. Recuperada. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8639/MONOGRAFIA%20fin%20SOLEDAD%20BASTIDAS%20TITULACION%20vfin26feb2015OK%20.pdf;sequence=1>
- Calva, D. (2014). Necesidad de establecer un mayor porcentaje de procesamiento de material mineralizado para la minería artesanal y de la utilización de nuevas tecnologías que permitan optimizar los recursos propuesta de reforma de la ley de minería” (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Loja.
- Cantero, M., Rhenals, y Moreno, J. (2015). Determinación de la degradación de suelos por minería aurífera aluvial en la ribera del río san pedro, puerto libertador, córdoba, Colombia. (pp 12) Recuperado de <https://revistas.unicordoba.edu.co>
- Carbonell Veja, F. (2003). Evaluación del impacto ambiental que se genera durante la explotación del yacimiento la Yaya y en el proceso industrial de la calera (Tesis de Maestría)
- Castro, E. (2013). Flórula Digital de la estación Biológica OET. <http://sura.ots.ac.cr/florula4/>
- Cevallos, G y Pérez, M. (2009). PROYECTO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Ochroma pyramidale* (cav. ex lamb.)

- Comisión Nacional Forestal. (2013). Plantaciones Forestales Comerciales. Recuperado el 28 de agosto de 2017 de <https://www.gob.mx/conafor/documentos/plantaciones-forestales-comerciales-27940>
- Cock, J., Álvarez, D. y Estrada, M. (2010). Guía para la caracterización del suelo y del terreno. RASTA, Version(2). Recuperado de [http://www.aclimatecolombia.org/download/agricultura-por-sitio/rasta-2011-121116071713-phpapp02\(2\).pdf](http://www.aclimatecolombia.org/download/agricultura-por-sitio/rasta-2011-121116071713-phpapp02(2).pdf)
- Corcuera, C. (2015). Impacto de la contaminación de la minería informal en el Cerro El Toro-Huamachuco. (Tesis Maestría). Universidad Nacional de Trujillo.
- CONAFOR (2009). Fichas técnicas de especies forestales publicadas por el Sistema Nacional de información forestal..Recuperado el 06 de Octubre de 2018, de <https://www.cnf.gob.mx:8090>
- Díaz, A y Butrón, D. (2014). Programa de minería artesanal para las provincias de camana, condesuyos y Caylloma. Recuperado el 06 de octubre de 2018 de <https://es.scribd.com/document/204826191/MINERIA-ARTESANAL-pdf>
- Diemont, S. (2006). Lacandon maya forest management:Restoration of soil fertility using native tree species.28 (ecological engineering), 205.
- Dalling, J. Lovelock, C y Hubbell, P. (1999). Growth responses of seedlings of two neotropical pioneer species to simulated forest gap environments.15 (Journal of Tropical Ecology), 827.
- Dorronsoro, C. (2007). Edafología y química agrícola. (Tesis de Maestría). Universidad de Granada España. Rescuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1650/165013122001.pdf>
- Ecuador Forestal. (2012). Ecuador Forestal. Recuperado el 18 de Noviembre de 2012, de Ficha técnica # 7 de la balsa: <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/fichas-tecnica-no-7-balsa>.
- Gardner, J. (2001). Rehabilitación de minas para el mejor uso del terreno: la minería de bauxita en el bosque de Jarah de Australia occidental.Unasylva. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales, ISSN: 251-1584. (en línea), 52 (107), 2001. <http://www.fao.org/docrep/004/y2795s/y2795s03.htm#c>.

- Giraldo, G. (2017). Proceso de degradación de suelos asociados a minería aurífera a cielo abierto, caso de estudio Bajo Cauca Antioqueño. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Orellana . (2016). Patrimonio Natural.
- González, B., Cervantes, X., Torres, E., Sánchez, C y Simba, L. (2010). Caracterización del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale*) *en* la provincia de Los Ríos-Ecuador. revista Ciencia y tecnología 3: 7-11.
- Huayllani, M. (2016). Presencia de metales pesados en la estructura vegetal de la *Apeiba mebranaceae* Suprece ex Benth. (Peine de mono), *Ochroma pyramidale* (Cav, ex. Lam) Urb. (Topa), *Ceiba prntadre* (L) Gaerth. (Lupuna), *Erythrina ufei* Harms (Amasisa) instalada en áreas intervenidas por la minería aurífera en el sector Manuani-inambari-Tambopata- Madre de Dios. (tesis Maestria). Universidad nacional Amazónica de Madre de Dios. Recuperada de <http://https://docplayer.es/83916442-Madre-de-dios-capital-de-la-biodiversidad.html?fbclid=IwAR2mBvsH3xB5xntUdVCqBa0M4y7o41i2hPw3lphLSmqnPKJiA2X9AJ23bhU>
- INIAP. (2008). Iniciativa comunitaria para la conservación y manejo sostenible del nosque de comunidades kichwas en la subcuenca de los rios napi-wambuino y puni-arajuno. Recuperado: <http://191.98.188.189/Fulltext/14847.pdf?fbclid=IwAR2GQGS4f2pWi6zwxpc12ujHsdaufD60A5d31Q2iXagfxu4dpYzxD8fYYQ>
- MAPE. (s.f). Minería artesanal y en pequeña escala. Recuperado de <http://pubs.iied.org/pdfs/G00687.pdf>
- Michi, A., y Azorza, F. (2015). Evaluación del potencial de reforestación de 4 especies nativas para la recuperación de áreas degradadas por la minería en la zona de amortiguamiento de la reserva nacional Tambopata, madre de dios, Perú. (Tesis Maestría). Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Perú.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2015). Programa de Incentivos para la reforestación con Fines Comerciales, Quito - Ecuador.
- Ministerio de Hidrocarburos. (2011). Proceso de regularización de minería artesanal Obtenido de <https://www.hidrocarburos.gob.ec/proceso-de-regularizacion-de-mineria-artesanal/>

- Montes de Oca-Risco, A. & Ulloa-Carcassés, M. (2013). Recuperación de áreas dañadas por la minería en la Cantera Los Guaos, Santiago de Cuba, Cuba. *Revista Luna Azul*, 37, 74-88. Recuperado de <http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=content&task=view&id=846>
- OIT, (2002). *Condiciones de Trabajo, Seguridad y Salud Ocupacional en Minería del Perú. Equipo Técnico Multidisciplinario para los países andinos. N° 145*, Organización Internacional del Trabajo. Lima
- Paradelo, R. 2013. Utilización de materiales compostados en la rehabilitación potencial de espacios afectados por residuos mineros y suelos de mina. *Boletín Geológico y Minero*, ISSN: 0366-0176, 124 (3): 405-419
- Parrota, J.A. y Knowles, O.H. (2001). Restoring tropical forests on lands mined for bauxita: Examples from the Brazilian. *Ecological Engineering*, 17, 219-239
- Permacultura México. (2016). *Fórmula de plantación a Tresbolillo* Recuperado de <http://www.permacultura.org.org.mx/es/herramientas/formulario/tresbolillo/>
- Pillajo, A. (2016). *Diseño de explotación del deposito aurifero aluvial río Huambuno, ubicado en la parroquia Ahuano , cantón Tena, provincia de Napo. (Tesis Maestria)*. Universidad Central del Ecuador.
- ProEcuador. (2016). ProEcuador. Obtenido de Exportadores: www.proecuador.gob.ec
- Promadera, S. (25 de Septiembre de 2012). *Ficha Técnica N° 7: Balsa*. Obtenido de <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-7-balsa/>
- Ramo, P. (2016). "Balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam) Urb.(Bombaceace) Etnobotánica, anatomía, ensayos fitoquímicos y actividades biológicas.. (Tesis Doctorado). Universidad Nacional de la Plata.
- Rubio, C. (2010). *El impacto de la minería aurífera en el Departamento de Madre de Dios (Peru)*. (Tesis Maestria). Universidad Complutense de Madrid.
- SEMARNAT. (2016). *Capítulo 1: Introducción. (1ª ed), Prácticas de reforestación. Manual básico (pp.11)*. México: Comisión Nacional Forestal
- Tacuarembó. (2015). *Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas* Obtenido de

<http://inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/El%20Suelo%2020%20de%20mayo.pdf>

Vázquez, C., Batis, A., Alcocer, M., Gual, M y Sánchez, C. (1999). Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. (No. J084). CONAMBIO- Instituto de Ecología, UNAM

Vanegas, H. (2014). Modelo de restauración de áreas degradadas por minería en el Bagre-Antioquia. (Tesis Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Recuperada de <http://bdigital.unal.edu.co/39657/1/15513921.2014.pdf>

Vidal, C. (2008). Carmen Vidal. Recuperado el 13 de julio de 2008 de <https://carmenvidal.wordpress.com/tag/mineria/>

Vinueza, M. (2012). Ficha Técnica N° 7: BALSAS. Quito, Ecuador

CAPÍTULO VII.

7. ANEXOS

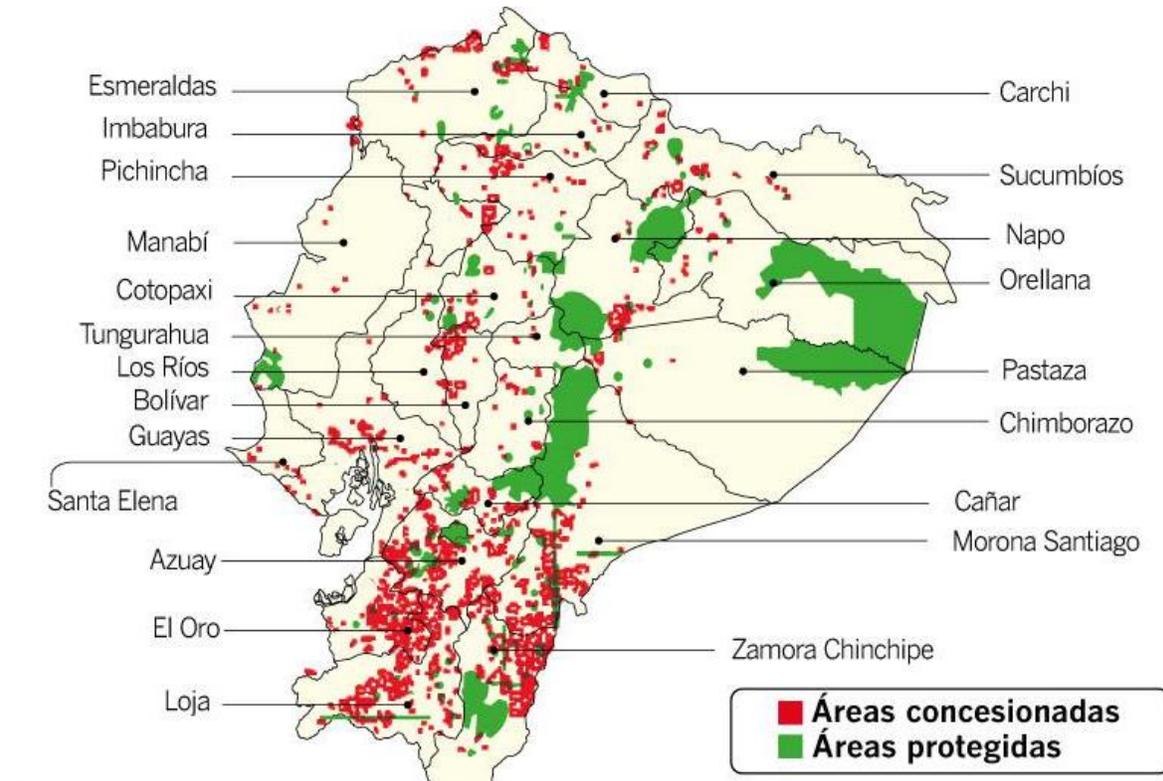


Imagen 1. Concesiones mineras del Ecuador

Ahuano, 13 de Septiembre de 2018

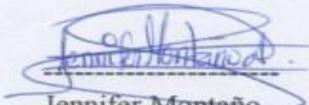
Sr. Iván Romero
PROPIETARIO DEL CONSORCIO CURIYACU

Reciba usted un cálido y afectuoso saludo y al mismo tiempo permítanos exponerle lo siguiente:

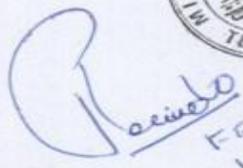
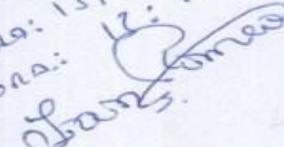
Nosotras Puma Yauripoma Kendra Jazmin con CI. 1501043432 y Montaña Alarcón Jennifer Antonela con CI 2200581870, estudiantes de la Universidad Estatal Amazónica, de la carrera de Ingeniería Ambiental, que por motivos académicos es necesario el desarrollo de un proyecto de titulación.

Para el logro de este objetivo, los estudiantes requieren generar el proyecto de una "Propuesta de restauración ecológica del suelo afectado por la minería artesanal", en tal sentido se requiere de su valiosa colaboración, para la autorización de las instalaciones del consorcio "Curiyacu" para la realización de la misma.

Por tanto, se agradece a usted acceda a nuestra solicitud. Teniendo en cuenta que dicha actividad tendrá un beneficio mutuo.


Jennifer Montaña


Kendra Puma



RECIBIDO
FECHA: 13/09/2018
HORA: 12:16.


Documento 1. Acuerdo firmado con el propietario de la concesión "Curiyacu" de la parroquia Ahuano, Provincia de Napo.

Ahuano, 13 Septiembre de 2018

Sr. Federico Aguinda
PRESIDENTE DEL BARRIO 18 DE MARZO

Reciba usted un cálido y afectuoso saludo y al mismo tiempo permítanos exponerle lo siguiente:

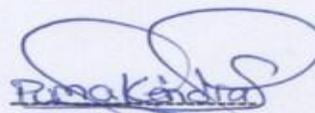
Nosotras Puma Yauripoma Kendra Jazmin con CI. 1501043432 y Montaña Alarcón Jennifer Antonela con CI 2200581870, estudiantes de la Universidad Estatal Amazónica, de la carrera de Ingeniería Ambiental, que por motivos académicos es necesario el desarrollo de un proyecto de titulación.

Para el logro de este objetivo, los estudiantes requieren generar el proyecto de una "Propuesta de restauración ecológica del suelo afectado por la minería artesanal", en tal sentido se requiere de su valiosa colaboración, para la autorización del uso del terreno afectado con la minería provocada por el consorcio "Curiyacu" para la realización de la misma.

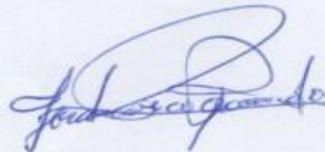
Por tanto, se agradece a usted acceda a nuestra solicitud. Teniendo en cuenta que dicha actividad tendrá un beneficio mutuo, tanto para la comunidad como para nosotras.



Jennifer Montaña



Kendra Puma



Documento 2. Acuerdo firmado con el presidente de la comunidad 18 de marzo de la parroquia Ahuano, Provincia de Napo.



Imagen 4. Toma de puntos GPS del área de estudio



Imagen 5. Reunión con el propietario de la concesión "Curiyacu" y presidente del barrio 18 de marzo



Imagen 6. Socialización del proyecto con el presidente de la junta parroquial y la comunidad del barrio 18 de marzo, de la parroquia Ahuano, provincia de Napo



Imagen 7. Reconocimiento del área afectada por la concesión "Curiyacu"



Imagen 8. Reconocimiento de las especies existente en las zonas aledañas al área de estudio



Imagen 9. Identificación de las muestras de especies en científico el área de estudio para conocer su nombre



Imagen 10. Extracción de muestra del suelo en el área afectada



Imagen 11. Determinación del tipo de suelo en el área afectada

Tabla 3. Inventario forestal de especies encontradas aledañas al área de estudio

N° de especies	Familia	Nombre científico	Nombre común	N° de individuos
3	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	7
11	Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao	5
6	Myrecaeeae	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	5
12		<i>Coffea arábica</i>	Café	4
17	Mimosaceae	<i>Cedrelinga catemformis</i>	Chuncho	3
16	Cecropiaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Uva silvestre	3
13	Fabaceae	<i>Calliandra brevipes</i>	Yutzo	3
8	Myrtaceae	<i>Psidium guajaya</i>	Guayaba	3
1	Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Ahuano	3
10	Euphorblaceae	<i>Croton lechleri</i>	Sangre de drago	2
9	Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guaba	2
7	Asteraceae	<i>Piptocoma dicolor</i>	Pigue	2
5	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	2
4	Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i>	Sangre de gallina	2
2	Arecaceae	<i>Bactris gasipaes</i>	Chonta	1
			Total	47
14	Poaceae	<i>Urochloa brizantha</i>	Pasto marandu	55%
15	Poaceae	<i>Pennisetum purpureum</i>	Pasto elefante	45%

Fuente: Elaboración de los autores