



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS SOBRE LA COBERTURA
VEGETAL DENTRO DE LA CONCESIÓN RÍO SANTIAGO, CANTÓN ELOY
ALFARO Y SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS.

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES.

AUTOR: Jefferson Alberto García Pinargote

DIRECTOR:

Biol. Jhonn James Rodríguez Echeverry, PhD

Abril, 2019



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

**“INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS SOBRE LA
COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA CONCESIÓN RÍO
SANTIAGO, CANTÓN ELOY ALFARO Y SAN LORENZO, PROVINCIA
DE ESMERALDAS”**

Trabajo de titulación revisado por el comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBACIÓN

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

PhD. James Rodríguez
DIRECTOR

Ing. Santiago Salazar, MSc
ASESOR

Ing. Elizabeth Velarde, MSc
ASESORA

Ing. Paúl Arias, MSc
ASESOR

FIRMA


.....

.....

.....

.....



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1312432717
APELLIDOS Y NOMBRES:	García Pinargote Jefferson Alberto
DIRECCIÓN:	Ibarra – Imbabura
EMAIL:	jeffer.92@hotmail.com
TELÉFONO FIJO/ MÓVIL:	---- 0990810828
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA CONCESIÓN RÍO SANTIAGO, CANTÓN ELOY ALFARO Y SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS
AUTOR:	García Pinargote Jefferson Alberto
FECHA:	08 abril de 2019
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	PhD. James Rodríguez

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 8 días del mes de abril de 2019

El AUTOR



Jefferson A. García Pinargote
C.I.: 1312432717

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTO DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, GARCÍA PINARGOTE JEFFERSON ALBERTO, con cédula de Ciudadanía Nro. 1312432717, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6 en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado “ INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA CONCESIÓN RÍO SANTIAGO, CANTÓN ELOY ALFARO Y SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS “ que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer todos los derechos cedidos anteriormente. En condición de autor me reservo el derecho moral de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

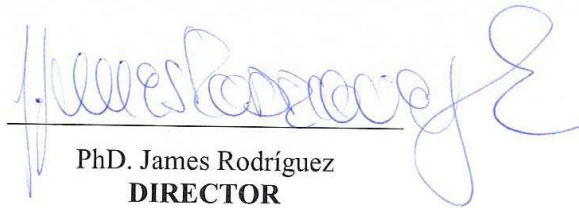


Jefferson A. García Pinargote
C.I.: 1312432717

Ibarra, a los 8 días del mes de abril de 2019

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor GARCÍA PINARGOTE JEFFERSON ALBERTO, con cédula de ciudadanía Nro. 1312432717, bajo mi supervisión en calidad de director.



PhD. James Rodríguez
DIRECTOR

Ibarra, a los 8 días del mes de abril de 2019

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

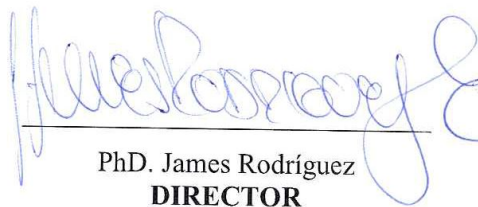
GUIA: FICAYA-UTN

FECHA: 08 de abril de 2019


GARCÍA PINARGOTE JEFFERSON ALBERTO, “INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA CONCESIÓN RÍO SANTIAGO, CANTÓN ELOY ALFARO Y SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS”. Trabajo de titulación. Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra, a los 8 días del mes de abril de 2019

DIRECTOR: PhD. James Rodríguez

El objetivo general fue: Determinar la influencia de la actividad minera sobre la cobertura vegetal presente en la concesión Río Santiago en la provincia de Esmeraldas; mientras que los objetivos específicos fueron diagnosticar la situación ambiental por zonas intervenidas, evaluar los impactos sobre la cobertura vegetal, y proponer una propuesta de recuperación de áreas intervenidas por actividad minera. Resultados que permitirán concientizar sobre el desarrollo de la actividad minera con respecto al avance de la frontera minera.



PhD. James Rodríguez
DIRECTOR



Jefferson A. García Pinargote
AUTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres por el apoyo incondicional y confianza brindada en mi formación académica por ser ejemplo de valores, constancia y superación.

A la Universidad Técnica del Norte por brindarme los conocimientos y experiencias por medio de los docentes que han sido parte de nuestra formación académica, quienes han sabido formarnos con valores y profesionalismo, de manera especial a mi equipo asesor en el desarrollo del trabajo de investigación director PhD. James Rodríguez y asesores Ing. Paul Arias. MSc, Ing. Elizabeth Velarde. MSc y Ing. Santiago Salazar. MSc por sus consejos guías y pautas necesarias en la realización del presente.

A la Agencia de Regulación y Control Minero - Ibarra (ARCOM-I) por ser el auspiciante en la ejecución del presente trabajo de investigación y por facilitarnos la ayuda necesaria y requerida para su culminación.

De manera especial agradecer al Ing. Juan Diego Varela, Franklin Santos y Ing. Geovani Mullo por su colaboración, predisposición, entrega y aporte, en general a todos mis amigos, conocidos que formaron parte de este proceso.

Jefferson A. García Pinargote

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, por darme la vida, fuerzas y fe por cumplir parte de mi formación profesional. A mis padres Edison García y Dalía Pinargote por ser mi soporte, mi apoyo demostrándome su confianza y amor incondicional en todo momento. A mi hijo Joseph Elian que es mi motor para seguir cosechando logros, ser ejemplo y su apoyo incondicional. A mis familiares que estuvieron pendientes en todo momento. A mis amigos que de una u otra manera se manifestaron a través de un consejo o recomendación y que supieron ayudarme en todo momento. De manera especial quiero dedicar el presente logro a una mujer especial que fue pilar fundamental en mi formación como persona quien supo llegar con un consejo y mensaje mi abuela Eva Consuelo Vélez.

Jefferson A. García Pinargote

RESUMEN

La minería artesanal de bajo impacto fue una actividad económica intrínseca de la cultura afroamericana. No obstante, el incremento exponencial del precio del oro (Au) a partir del año 2008 generó la proliferación de actividades mineras. Este incremento en las actividades mineras y uso de maquinaria pesada fue la base para realizar una evaluación de las actividades mineras y su impacto sobre la cobertura vegetal dentro de la concesión Río Santiago en los cantones de Eloy Alfaro y San Lorenzo, provincia de Esmeraldas. Los objetivos fueron elaborar una descripción ambiental de zonas intervenidas y evaluar los impactos de las labores mineras sobre la cobertura vegetal entre 1998 y 2017 dentro de la concesión con el fin de proponer un plan de recuperación de zonas intervenidas. La metodología se basó en la aplicación de una matriz de identificación y diagnóstico ambiental, la cual fue elaborada *in situ* y preprocesamiento, clasificación y validación de imágenes satelitales. Los resultados determinaron que la actividad minera ocasionó la pérdida de 559,7 hectáreas de cobertura vegetal entre 1998 y 2017. El 60 % de dicha superficie pertenece a zonas de producción agrícola y el 40 % a bosques nativos. El bosque nativo fue deforestado en un promedio de 11.16 hectáreas por año, además se registró un incremento en la fragmentación de 305,28 hectáreas en el año de 1998 a 372,96 hectáreas de bosque natural fragmentado en el año 2017. Las zonas identificadas se caracterizan por ser áreas deforestadas sin presencia de cobertura vegetal y con presencia de pasivos ambientales. La valoración de los pasivos ambientales determinó que los principales pasivos y en estado crítico son la presencia de piscinas o relaveras y la presencia de grava aurífera mezclada con arcillas. Por lo tanto, este estudio propone un plan de recuperación de las áreas intervenidas, el cual se basa en (1) recuperación de frentes mineros abandonados y (2) Restauración Ecológica. En conclusión, el principal problema dentro de la zona afectada no está asociado a la pérdida de cobertura vegetal, sino a la presencia de pasivos mineros, los cuales interrumpen una regeneración natural y dificulta la recuperación de frentes mineros.

Palabras clave: pérdida de cobertura vegetal, actividad minera, pasivos ambientales, zonas afectadas, minería ilegal, restauración ecológica.

ABSTRACT

The low impact of artisanal mining was an intrinsic economic activity of the Afro-American culture. However, the exponential increase of the gold price (Au), since 2008, generates the proliferation of mining activities. This increase in the use of heavy machinery and mining activities was the basis to make an evaluation of the mining activities and their impact over the cover vegetation within the concession of Rio Santiago in Eloy Alfaro and cantons of San Lorenzo in the province of Esmeraldas. The objectives were to elaborate an environmental description of the interviewed areas and evaluate the impact of the mining labors over the vegetation cover between 1998 and 2017 within the concession with the aim of proposing a recovery plan of the interviewed areas. The methodology was based on the application of an environmental identification and diagnosis matrix, which was developed in situ and preprocessing, classification and validation of satellite images. The results determine that the mining activity causes the loss of 559,7 hectares of cover vegetation between 1998 and 2017. The 60% of that surface belongs to the agricultural production and 40% to native forests. An average of 11.16 hectares of the native forest was deforested, per year. Besides, there was registered an increase in the fragmentation of the natural forest from 305,28 hectares in 1998 to 372,96 hectares in 2017. The identified areas are characterized for being deforested areas without the presence of cover vegetation and with the presence of environmental liabilities. The valuation of the environmental liabilities determined that the main liabilities and the critical state are the presence of pools or tailings and of gold gravel mixed with clay. Therefore, this study proposes a recovery plan of the interviewed areas, which is based in (1) recovery of abandoned mining fronts and (2) Ecological restoration. In conclusion, the main problem in the affected area is not associated to the loss of cover vegetation, but to the presence of mining liabilities, which interrupt a natural regeneration and make difficult the mining fronts recovery.

Keywords: cover vegetation loss, mining activity, environmental liabilities, affected areas, illegal mining, ecological restoration.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I.....	3
INTRODUCCIÓN	3
1.1. OBJETIVOS	6
1.1.1. Objetivo general	6
1.1.2. Objetivos específicos	6
1.1.3. ¿Preguntas de Investigación?	6
CAPITULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES	7
2.2. REFERENCIA TEÓRICA	9
2.2.1. Minería	9
2.2.2. Cobertura vegetal	16
2.2.3. Impactos Ambientales de las actividades mineras	16
2.2.4. Deforestación y fragmentación	17
2.2.5. Sistemas de información geográfica	18
2.2.6. Restauración ecológica.....	18
2.3. MARCO LEGAL	20
CAPITULO III.....	28
METODOLOGÍA	28
3.1. ÁREA DE ESTUDIO	28
3.1.1. Características biofísicas	28
3.1.1.1. Clima.....	28
3.1.1.2. Flora y Fauna	29
3.2. POBLACIÓN	31
3.3. MATERIALES	31
3.4. METODOLOGÍA.....	32
3.4.1. Fase descriptiva.....	32

3.4.2. Fase analítica.....	40
3.4.3. Fase de propuesta	46
CAPITULO IV	49
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
4.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL DE FRENTES ABANDONADOS .	49
4.1.1. Sector Selva Alegre.....	49
4.1.2. Sector Picadero – Chanuzal	52
4.1.3. Sector Angostura.....	56
4.1.4. Sector Playa de Oro.....	59
4.2. IMPACTOS DE LA MINERÍA SOBRE LA COBERTURA VEGETAL.....	63
4.2.1. Uso del suelo 1998	64
4.2.2. Uso del suelo 2017	64
4.2.3. Tipo de cobertura vegetal afectada por actividades mineras.	65
4.2.4. Deforestación y fragmentación	67
4.3. RECUPERACIÓN DE LAS ÁREAS INTERVENIDAS POR LA ACTIVIDAD MINERA	70
4.3.1. Sector Selva Alegre.....	72
4.3.2. Sector Picadero - Chanuzal	76
4.3.3. Sector Angostura.....	80
4.3.4. Sector Playa de Oro.....	84
CAPITULO V	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
5.1 CONCLUSIONES	92
5.2 RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS.....	94
ANEXOS	102

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La Organización de Conflictos Mineros en América Latina (OCMAL, 2014) declara que la frontera minera en América Latina crece territorialmente ocasionando alteración en los bosques nativos. La gran mayoría de estas afectaciones son resultado de mineros ilícitos, otras han sido abandonadas por titulares mineros sin tener en cuenta las medidas necesarias para realizar la restauración ambiental (Oblasser y Chaparro, 2008).

La Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM) declara que la actividad minera ha conseguido aproximadamente un 1,3 % del Producto Interno Bruto (PIB) de Ecuador durante los últimos diez años (Ordeñana y Domínguez, 2010). Sin embargo, los conflictos ambientales junto con la falta de inversión en restaurar zonas afectadas ocasionan una mala visión social por las actividades mineras (Ordeñana y Domínguez, 2010).

En la provincia de Esmeraldas, norte de Ecuador, los bosques nativos, agricultura y ganadería ha formado parte del sustento económicos de las comunidades por varias décadas (Ministerio de Coordinación de Seguridad, 2011). Sin embargo, la explotación aurífera artesanal también es parte de las actividades económicas que desarrollan los nativos desde la época precolombina, la que se constituido en uno de los principales sustentos económico de la zona (Meza, 2013).

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas y el Programa de Remediación Ambiental y Social (PUCESE y PRAS, 2011) afirma que la actividad minera en la provincia de Esmeraldas se desarrolla principalmente en los cantones Eloy Alfaro y San Lorenzo. Generalmente el modo de extracción del metal se realiza en las denominadas terrazas aluviales con técnicas inapropiadas que ocasionan grandes impactos ambientales, tales como: alteración del recurso hídrico, cambios en la cobertura vegetal, remoción de grandes cantidades de masa de tierra, entre otros. Además, la actividad minera genera conflictos sociales debido al

enfrentamiento entre comunidades, alto índice de trabajo mal remunerado y presencia de menores de edad trabajando en la minería.

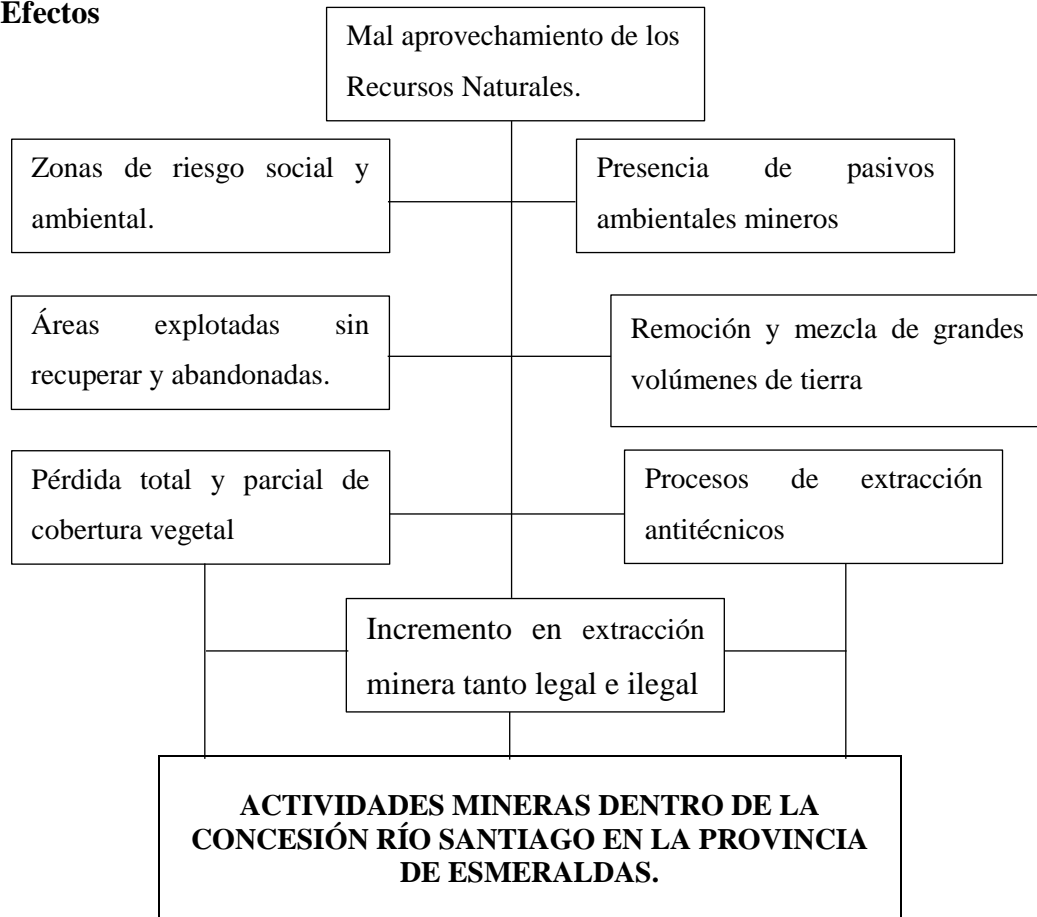
Las terrazas auríferas ubicadas en los cantones Eloy Alfaro y San Lorenzo es donde preferentemente se ha realizado la extracción de oro, utilizando instrumentos manuales como la batea y/o canalón (Ramón, 2016). Al contrario, la minería aurífera ilegal se desarrolló de forma intermitente, convirtiéndose a partir del 2008 en un verdadero “boom” de explotación. Las transformaciones drásticas del territorio se evidenciaron principalmente en los ríos y en las comunidades asentadas en sus riberas. La contaminación elevó los niveles de conflictividad entre quienes lucraban por el oro río arriba y quienes ya no podían disponer del agua limpia río abajo. Desde fines del 2010, se realizaron algunas denuncias e intervenciones militares que agravaron el conflicto (Roballedo y Jiménez, 2012).

Dentro de la concesión Río Santiago, se han generado diversos impactos ambientales a través del tiempo, entre estos impactos se registran: la degradación de la cobertura vegetal debido a la construcción de los frentes de extracción e infraestructura propia de las actividades, la generación de polvo como consecuencia de residuos finos y no aglomerados, procesos geodinámicos como los hundimientos, inundaciones debido a las modificaciones topográficas realizadas al momento de la construcción de huecos excavados en las cercanías del cauce del río, entre otros (Adasme, 2010). La extracción de oro también fragmenta los diferentes tipos de cobertura vegetal e inutiliza terrenos. La explotación minera consiste en la remoción de grandes volúmenes de tierra mediante maquinaria pesada, luego se inician los procesos de trituración, molienda y amalgamación, durante los cuales se vierten al ambiente importantes cantidades de mercurio utilizado para la recuperación de pequeños fragmentos de oro, perdiéndose la cubierta fértil del suelo, alterándose los horizontes del suelo y agregando químicos tóxicos al suelo (PUCESE y PRAS, 2011).

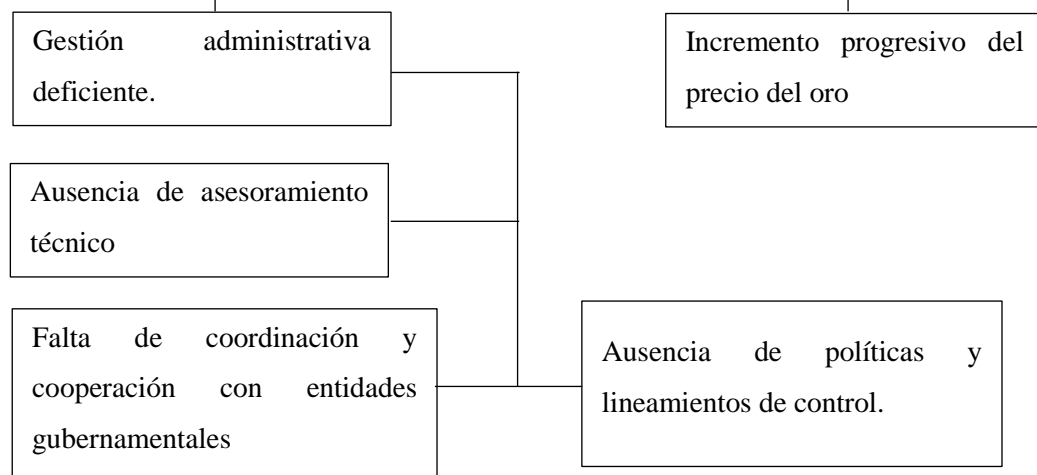
La extracción minera ocasiona conflictos socioambientales en las zonas de influencia, ocasionados por malas políticas y procedimientos en el

aprovechamiento y extracción de Oro. En la figura 1 se describen las principales causas y efectos de la explotación minera.

Efectos



Problema:



Causas

Figura 1. Árbol de problema de la influencia de las actividades mineras sobre la cobertura vegetal

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la actividad minera sobre la cobertura vegetal presente en la concesión Río Santiago en la provincia de Esmeraldas, con la finalidad de proponer un plan de recuperación de las áreas intervenidas.

1.1.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación ambiental actual de áreas intervenidas por explotación minera dentro de la concesión.
- Evaluar los impactos de la minería sobre la cobertura vegetal entre los años 1998 y 2017.
- Elaborar una propuesta de recuperación de las áreas intervenidas por la actividad minera en el área de estudio.

1.1.3. ¿Preguntas de Investigación?

¿Cuál es la situación actual de la explotación minera dentro de la concesión?

¿Cómo influye la actividad minera sobre la cobertura vegetal entre los años 1998 y 2016 dentro de la concesión?

¿Qué plan de recuperación para las áreas intervenidas por la actividad minera será aplicable?

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

La minería es una actividad económica que está asociada a la deforestación y degradación de los bosques, para muchas opiniones públicas es considerada una de las actividades más depredadoras del mundo, considerada como una actividad a corto plazo, pero sus impactos son a corto y largo plazo. En zonas de bosque constituye un factor de depredación se calcula que, juntamente con la explotación petrolera, amenaza el 38% de las extensiones de bosque primarios del mundo (Fonseca, 2004).

La Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (2014), declara que, en Sudamérica en la última década, la minería tanto legal como ilegal se ha incrementado de manera importante en toda la región. Este incremento responde al aumento en el precio del Oro (Au) juntamente con la falta de regulaciones nacionales adecuadas que respondan a la necesidad. Uno de los principales impactos de la minería es la pérdida de bosque. Esto debido que el metal se encuentra en placeres aluviales, para lo cual se requiere la remoción de grandes áreas de tierra.

Los impactos de las actividades mineras por medio de terrazas aluviales ocasionan alteraciones sociales, ambientales y económicas. En Colombia, Ramírez y Ledezma (2007), realizaron un estudio de los Efectos de las actividades socioeconómicas (Minería y Explotación maderera) sobre los bosques del departamento del Chocó, lo que llevó a identificar las principales amenazas a los bosques del Chocó, menciona la actividad minera artesana ligada a la cultura afroamericana. Sin embargo, enfatiza en la aparición de la minería semi-industrial como un detonante para la degradación de los bosques del Chocó. De igual manera, Monroy y Armenteras (2016), realizaron un estudio del cambio de cobertura del suelo por minería aluvial en el Rio Nechi, Antioquia (Colombia), determinaron un aumento en seis veces su extensión durante el período 2009 al 2014, pasando de 5.960

hectáreas a 41.030 hectáreas aumentando con ello la fragmentación y deforestación. En este mismo sentido, Cantero, Rhenals y Moreno (2015), realizaron un análisis de la degradación de suelos por minería aurífera aluvial en la ribera del río San Pedro, Puerto Libertador, Córdoba, Colombia en la cual determinaron que la minería a cielo abierto ha causado la pérdida fértil de suelo por la remoción de la capa vegetal y orgánica y destaca el uso de maquinaria pesado como factor influyente en la compactación del suelo, resalta la presencia de pasivos mineros resultado del desarrollo de la actividad minera. De Igual manera, Pomar y Solano (2016), realizaron un análisis multitemporal y multiespectral para la elaboración de un mapa de conflicto de uso del suelo por actividades mineras en la vereda de Canavita del municipio de Tocancipá, determinaron que la principal actividad económica que ha causado la pérdida de cobertura vegetal y devastación de bosque fue a causa de las actividades mineras con una pérdida total de 84,83 hectáreas entre 1995 al 2015.

En Ecuador, Meza (2013), realizó un Estudio de Impacto Ambiental Ex-post y Elaboración del Plan de Manejo para la Obtención de la Licencia Ambiental del Proyecto Minero Río Huimbí, Esmeraldas, donde determinó los impactos ambientales causados por el desarrollo de la actividad minera y realiza la valoración de pasivos mineros lo que destaca presencia de piscinas, escombreras, deforestación y fragmentación. Por otro lado, Delgado y Ramos (2017), en su estudio de impacto socioambiental causado por la minería aluvial en las comunas de Angostura y Playa de Oro determinaron los principales impactos causados por el desarrollo de esta actividad ha ocasionado la remoción de grandes volúmenes de tierras, presencia de piscinas resultado de cortes mineros y escombreras antitécnicas con la mezcla de grava aurífera con arcillas resultado de procesos antitécnicos.

La minería ilegal en los cantones de San Lorenzo y Eloy Alfaro, provincia de Esmeraldas fue un problema de conocimiento público por tal motivo en la fecha del 20 de mayo de 2011, el Econ. Rafael Correa, Presidente Constitucional de la República del Ecuador, mediante decreto No. 783; establece: "*Art. 1 Declarar el Estado de Excepción en los cantones San Lorenzo y Eloy Alfaro de la Provincia de*

Esmeraldas, a fin de prevenir, cesar y eliminar las actividades de minería ilegal que se desarrollan en esas jurisdicciones de esta forma restablecer el acceso libre y sin restricciones de los pobladores del sector al derecho a la salud, a la seguridad, a un ambiente sano, de paz, de acceso al trabajo con prácticas legalmente determinadas, el dejar de intervenir podría generar una grave conmoción interna en los cantones indicados en este artículo."

Con el fin de impedir la proliferación de la minería antitécnica en el sector del Río Santiago, el Ministerio de Recursos Naturales No Renovables otorgó a la Empresa Nacional Minera, con fecha del 6 de julio del 2011, el Título de la Concesión Minera para Minerales Metálicos del área denominada Río Santiago Código 402999, con un superficie de 4794 has mineras, la misma que fue protocolizada en la Notaria Trigésima Séptima del cantón Quito con fecha 15 de julio del 2011, e inscrita en la Agencia de Regulación y Control Minero Coordinación Regional-Ibarra con fecha 2 de agosto del 2011, bajo Registro No. 004-2011, Repertorio 160, Tomo 002.

2.2.Referencia teórica

En la referencia teórica se detallan conceptos teóricos relacionados a la minería bajo terrazas aluviales y propuesta de restauración.

2.2.1. Minería

La minería es la serie de actividades pertinentes a la extracción de minerales que permanecen sobre y debajo de superficie terrestre (Fonseca, 2004). De igual manera Meza (2013), la define como la obtención selectiva de los minerales y otros materiales de la corteza terrestre y la denomina la actividad económica primaria relacionada con la extracción de elementos de los cuales se logra obtener un beneficio económico. La minería nace ante la necesidad del ser humano de construir herramientas para uso personal y con ello el desarrollo de cada civilización. En este contexto, la extracción de minerales fue proporcional al crecimiento de la población

(Armengot, Espi y Vázquez, s/f). El extractivismo es una modalidad que comenzó a incrementar masivamente hace más de 500 años, en conjunto con la colonización de América, África y Asia (Acosta, 2012). En Ecuador la minería metálica tiene sus inicios desde el siglo XX por medio de empresas extranjeras que explotaban oro en Zaruma Portovelo (Sandoval, Gómez, Carvajal, Chamorro y Pazmiño, 2002). La legislación ecuatoriana permite la generación de actividad minera por medio de concesiones mineras. Sin embargo, reconoce la existencia de actividad minera ilegal y la define como aquella actividad donde se realizan operaciones, labores y trabajos en cualquiera de sus etapas sin poseer título de operación y sin permiso correspondiente (Ley Minera, 2009). De igual manera Meza (2013), menciona que las características de la actividad minera ilegal es el incumplimiento de las normas legales, falta de estudios mineros-ambientales, como planes de minado, plan de manejo ambiental, rehabilitación de terrenos y menciona que el desarrollo de la minería ilegal deja visibles impactos como la alteración del recurso suelo, pérdida de cobertura vegetal y alteración paisajística. En Ecuador existen diferentes métodos de extracción de los recursos naturales no renovables como son: minas subterráneas, cielo abierto, aluvial y submarina o dragado (Tabla 1).

Tabla 1. *Tipos de explotación minera*

Tipo de explotación minera	Características
Subterránea	Se desarrolla en el interior de la tierra por lo tanto es característica por no remover la cobertura orgánica, se ejecuta mediante túneles horizontales o verticales se trabaja desde una chimenea de acceso.
Cielo Abierto	Se desarrolla en la superficie de la tierra de forma continua y consiste en remoción de grandes volúmenes de tierra y pérdida de cobertura orgánica se realiza por capas formando terrazas.
Aluvial	Operaciones ejecutadas en las riberas o cauces de ríos.
Submarina o dragado	Permite obtener materiales situados bajo los ríos u océanos, a través de una draga.

Fuente: (Banco Central del Ecuador, 2015).

En Esmeraldas se realiza la minería aluvial, por varios años en los márgenes de los ríos Cayapas, Santiago, Bogotá y en los drenajes que conforman la red hidrográfica costanera de la provincia de Esmeraldas se han depositado materiales aluviales como gravas, arenas que forman islotes, playas fluviales o terrazas. Los depósitos aluviales se encuentran dispuestos a lo largo de la cuenca del Río Santiago, que en su mayor parte conforman amplias llanuras de inundación con valores variables para oro, contenido en los depósitos de grava dentro de una matriz arenosa e intercalaciones lenticulares de arena (Lucero, 2014).

La explotación por terrazas aluviales auríferas a cielo abierto se realiza mediante cortes paralelos al eje del río, aplicando los pasos siguientes: desbroce, desencape, destape, extracción de grava aurífera, lavado de la grava aurífera, concentración gravimétrica y recuperación de las terrazas explotadas. El proceso inicia con la preparación del terreno, con el fin de recoger la vegetación y colocarla a un costado. Posteriormente, se extrae la grava estéril que no contiene oro y después el material de gravas aurífera para su lavado; la descarga del material de lavado se coloca en otro sitio hasta donde alcanza el brazo de la excavadora, el nivel freático de agua de estas terrazas está a 1,0 metro de profundidad, con bombas de absorción se utiliza esta agua, se recircula, con piscinas de sedimentación, decantación y clarificación del agua (Ramón, 2016).

La Empresa Nacional Minera (ENAMI, 2013) y Meza (2013), realizan una descripción de los procesos técnicos de la extracción minera aluvial a cielo abierto y comprende lo siguiente:

- **Desbroce de la vegetación.** - El desbroce de la vegetación consiste en retirar la cobertura vegetal del área no explotada (terrazza aluvial), esta actividad se realiza con maquinaria (excavadoras), el material retirado se coloca en los lugares aledaños (ENAMI, 2013). En la Figura 2 se observan el desbroce de la vegetación.

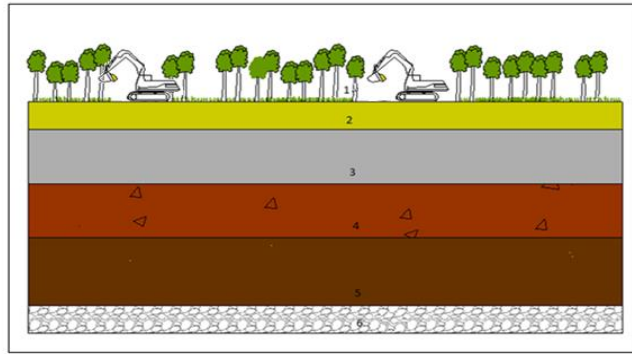


Figura 2. Desbroce de la vegetación

Fuente: (ENAMI, 2013)

- **Desencape.** - El desencape comprende la remoción de la sobrecarga (suelo y arcilla), materiales que se apilan al borde del bloque a minarse en un sitio denominado escombrera temporal de sobrecarga. Esta operación se la realiza con excavadoras hasta llegar a la grava aurífera (Figura 3). Para evitar la pérdida de los macronutrientes, de la macro y microfauna del suelo, por erosión hídrica o eólica, se procederá a cubrirlo utilizando un plástico. Una vez terminada la explotación del bloque, el suelo guardado será reutilizado para su rehabilitación (ENAMI, 2013).

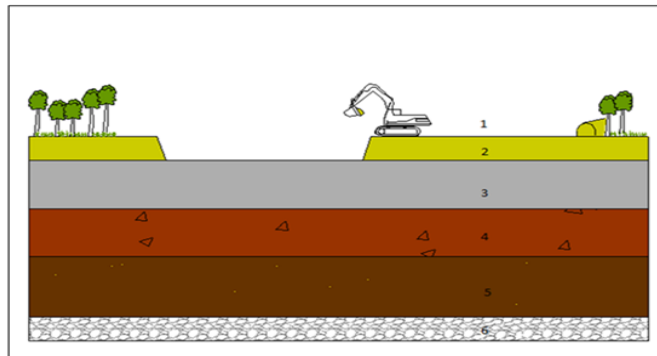


Figura 3. Desencape

Fuente: (ENAMI, 2013).

- **Destape.** - Con apoyo de maquinaria se retiran las capas de los diferentes materiales previamente determinados según la litología hasta llegar a la grava aurífera. Los materiales extraídos serán acumulados ordenada y sistemáticamente, con el objeto de que sean repuestos posteriormente (ENAMI, 2013). En la figura 4 se observa el procedimiento

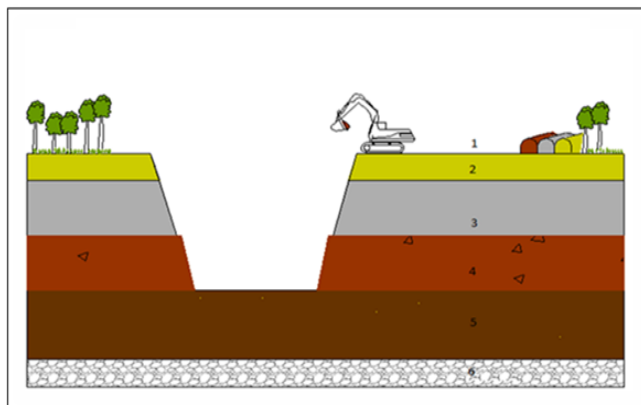


Figura 4. Destape

Fuente: (ENAMI, 2013)

- **Arranque o Extracción.** - Se arranca la grava mediante un sistema de banqueo desde la parte más alejada del bloque mediante trincheras de corte, extrayendo la grava de forma sistemática hasta llegar al bed rock (ENAMI, 2013).
- **Lavado de grava aurífera.** - El proceso de lavado de las gravas auríferas con una clasificadora de grava aurífera tipo Z (Anexo 3) inicia con la alimentación del material extraído, en una tolva fija inclinada dotada en su parte final de un sistema de lavado a presión en forma de duchas, que permite que el material se desplace hacia una parrilla que separa los materiales gruesos de los medios y finos (Meza, 2013).
- **Concentración gravimétrica.** - Toda la operación de recuperación de oro se hace mediante el sistema gravimétrico, sin la utilización de químicos. El oro grueso depositado en los canalones de la clasificadora Z es recuperado mediante el lavado de las bayetas y el oro fino (Meza, 2013).

Recuperación de terrazas explotadas

- **Relleno.** - Durante el proceso de aprovechamiento las colas con arcilla, arena, gravilla, son transportadas por gravedad al bloque anterior explotado, para la sedimentación y decantación de los sólidos en suspensión. (Meza, 2013) (Figura 5).

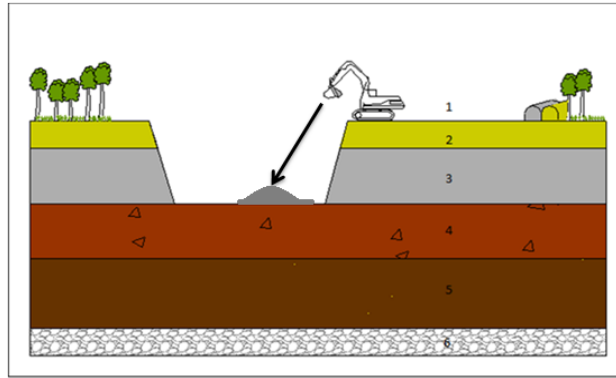


Figura 5. Relleno de capas

Fuente: (Meza, 2013)

- **Compactación y reposición del suelo.** - Una vez que las gravas lavadas se hayan colocado en el bloque trasero, estas serán compactadas con la retroexcavadora, y sobre este material compactado se colocará la capa de suelo guardado (Meza, 2013) (Figura 6).

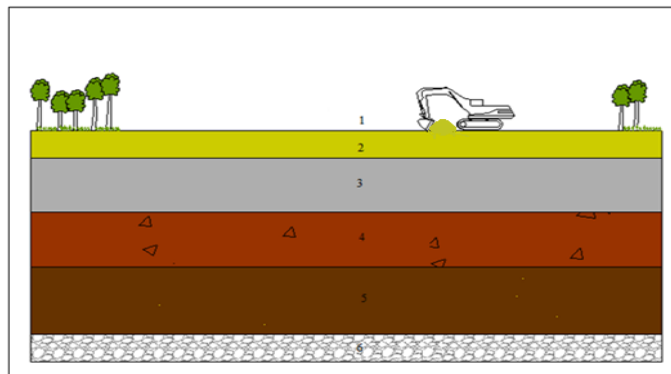


Figura 6. Compactación del terreno

Fuente: (Meza, 2013).

- **Revegetación.** - Después de haber colocado la capa de suelo, se procederá a incorporar abonos orgánicos, los que deberán ser mezclados para lograr una distribución uniforme, luego de un período de cinco días para obtener una desinfección natural del abono orgánico se procederá a reforestar con especies nativas del lugar, especialmente pastos u oleaginosas para nitrificar y mejorar el suelo (Meza, 2013).

Diagrama de procesos en explotación por terrazas aluviales

La explotación minera a cielo abierto consiste en una serie de procesos y subprocesos que empiezan con la preparación de corte hasta el beneficio y por último la remediación o recuperación de zonas (Figura 7).

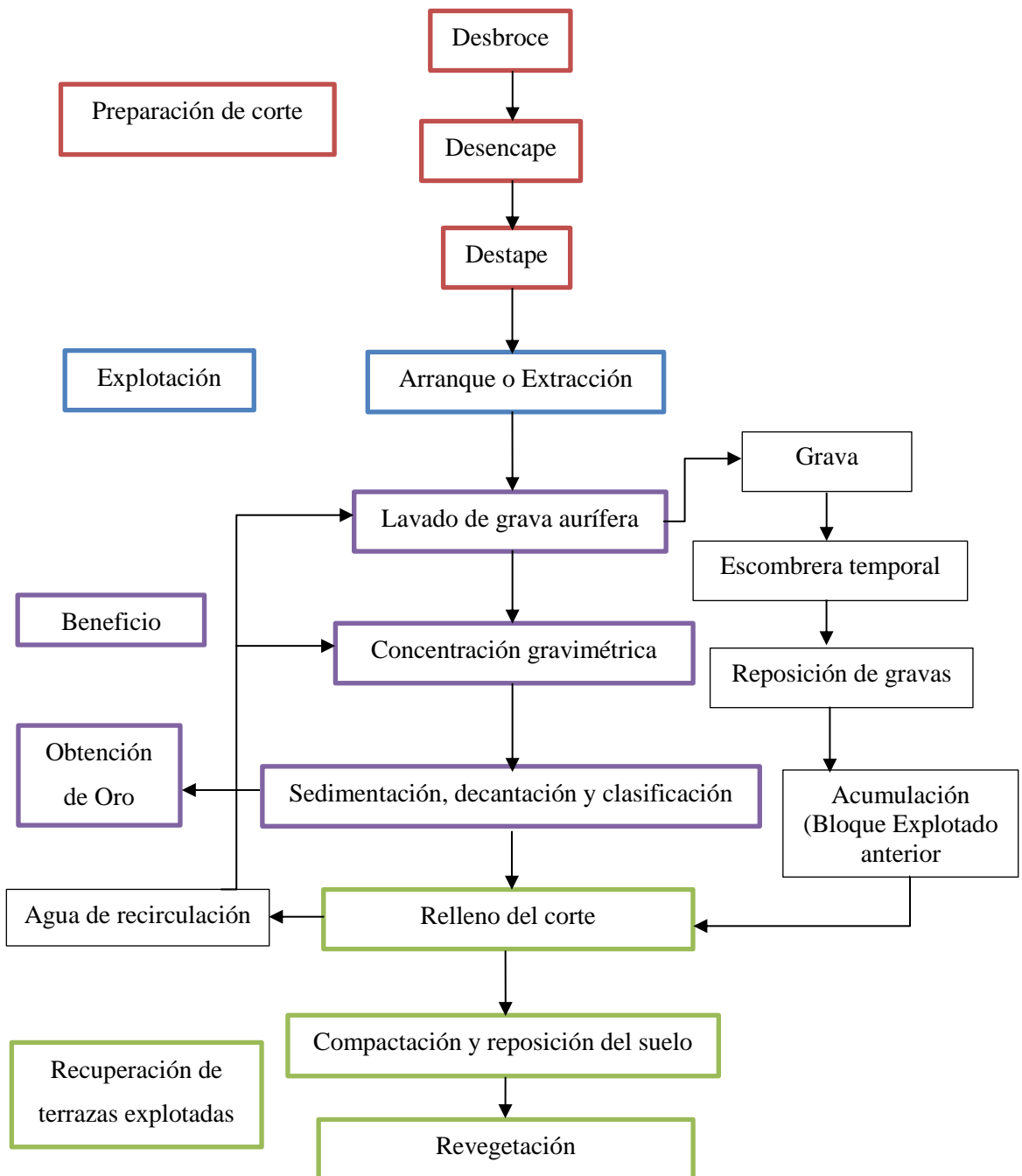


Figura 7. Procesos de explotación minera a cielo abierto

Fuente: (Meza, 2013).

2.2.2. Cobertura vegetal

Cobertura vegetal es un atributo biofísico de la superficie de la tierra propia o restaurada de un lugar y sitio establecido, es considerado como un indicador del grado de intervención y conservación de las condiciones que se mantienen los ecosistemas naturales (Velázquez et al., 2010). La diferencia con uso del suelo radica en los distintos objetivos de usos que el ser humano aprovecha sus beneficios. Además, la cobertura vegetal como recurso flora cumple funciones de refugio de vida silvestre, reguladores del clima, captura del carbono y otros servicios ecosistémicos, la alteración de la vegetación altera el funcionamiento normal (Velázquez et al., 2010). Sin embargo, el desarrollo de las diferentes actividades económicas conlleva a la pérdida de cobertura vegetal o deforestación que es el retiro parcial o total de la capa vegetal para sustituir por los diferentes intereses de los grupos sociales, pero actualmente es una de las principales causas del deterioro del recurso suelo. Los cambios de cobertura vegetal son evidentes por medio de fragmentaciones de los ecosistemas con distinto grado de intervención con efectos sobre los hábitats de vida silvestre pérdida de diversidad biológica, además de servicios ecosistémicos, captura de carbono, reguladores del clima, evitar la erosión hídrica y eólica (Gonzales et al., 2010). En este sentido, una de las actividades que más impactos ocasiona es la minería bajo la modalidad de terrazas aluviales, lo que ha generado la pérdida de cobertura boscosa, ya que su explotación requiere de la remoción de grandes volúmenes de tierra. Entre los principales impactos se destacan: alteración del paisaje, erosión, fragmentación de hábitats, pérdida de corredores naturales, alteración de ecosistemas, pérdida de biodiversidad, y aumento de las emisiones de carbono a la atmósfera que contribuyen al cambio climático (Millán et al., 2007).

2.2.3. Impactos Ambientales de las actividades mineras

La minería resulta ser una actividad agresiva con el medio ambiente que a menudo producen impactos ambientales negativos sobre los recursos aire, suelos, aguas, cultivos, flora, fauna y afectaciones a la salud humana (Morán, 2001). De igual

manera, Kumamoto (2001), determinó que la minería ocasiona grandes problemas sobre la topografía del lugar y capacidad de regeneración de la flora y fauna, incrementando de manera importante la erosión. Esto producto de la tala del bosque, así como el movimiento de tierra con el uso de maquinaria pesada que ocasiona compactación del suelo y dificultad en mantener la humedad, lo que ha generado la presencia de pasivos ambientales que son las alteraciones generadas en el desarrollo de la actividad minera en todas sus etapas ocasionan la presencia de residuos mineros (Yupari, 2013). Los pasivos ambientales se refieren a las alteraciones ambientales provenientes de los residuos (líquido, gaseosos y sólidos) como resultado de las diferentes fases en el proceso de extracción del material como depósitos de escombreras o técnicas inadecuadas sin revisión y manejo técnico adecuado (Cantero, Rhenals y Moreno, 2015). De igual manera la aparición de minería ilegal generó la destrucción de vastas superficies de cobertura vegetal y contaminación por sustancias tóxicas y desechos de asentamientos humanos informales. A esto debe sumarse el hecho que, si bien históricamente los mineros informales han realizado actividades con herramientas manuales o máquinas portátiles, en los últimos años el método de extracción ha variado considerablemente al utilizarse maquinaria pesada que consiste en remover grandes volúmenes de material. Los resultados de esta actividad son evidentes: ríos contaminados en varios sitios del país (por ejemplo, San Lorenzo, en Esmeraldas), poblaciones en situaciones sociales precarias, insalubres y conflictivas, despojos mineros en grandes cantidades y sin ningún manejo técnico, pasivos ambientales con enormes costos de remediación (Millán et al., 2007).

2.2.4. Deforestación y fragmentación

La deforestación es considerada la destrucción y devastación a mediana y gran escala de los bosques naturales por el desarrollo de las actividades económicas de los humanos, lo que ha ocasionado la pérdida de hábitats de millones de especies y es considerado un factor coadyuvante a la pérdida del suelo y cambio climático (Salgado, 2014). Por otro lado, otro de los impactos ocasionado por las diferentes actividades económicas es la fragmentación que consiste en el proceso de división

de hábitats continuos de bosque en secciones o parches originado por la transformación del paisaje para los diferentes fines económicos. Una de las principales actividades económicas más destructivas en los bosques naturales es la actividad minera. En este sentido, Quesada (2015), concluye que la minería en la actualidad es apreciada como una de las causas más devastadoras para los bosques especialmente para húmedos y tropicales, ya que exige la eliminación de la cobertura vegetal ya sea para apertura de caminos o para construcción de campamentos temporales.

2.2.5. Sistemas de información geográfica

Sistemas de Información Geográfica (SIG), es una herramienta de amplia aplicación, la cual permite obtener información de buena resolución georreferenciadas mediante imágenes satelitales, de calidad y bajo costo, actúan por una serie de procedimiento (Cure, 2012). Los SIG permiten gestionar información espacial, mediante datos y herramientas informáticas que surge por problemas ambientales resultando ser una alternativa para responder y solucionar las afectaciones ambientales. Los principales componentes de los SIG son: Hardware u ordenador; software: el programa operado por personal capacitado, ordenado y capaz; procedimientos: pasos para la obtención de mapas necesarios; datos: mapas temáticos obtenidos por los diferentes procedimientos (Peña, 2007).

2.2.6. Restauración ecológica

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica, considera que la restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera el restablecimiento de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad. Frecuentemente, el ecosistema que requiere restauración se ha alterado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre. En resumen, la SER establece que la restauración ecológica es “el proceso de ayudar el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido” (SER, 2004).

La restauración ecológica se entiende como la estrategia mediante actividades para restaurar ecosistemas que se encuentran afectados por las actividades antrópicas o fenómenos naturales. En este sentido, la restauración ecológica se fundamenta en pasos o procedimientos estratégicos, los cuales buscan eficiencia en los procesos de restauración ecológica en zonas mineras. La restauración ecológica a nivel de paisaje es considerada una importante herramienta para restaurar su funcionalidad inicial. La restauración ecológica a nivel de paisaje busca mantener parches extensos de vegetación por medio de conexiones entre hábitats de vida silvestre (Vargas, 2007). Palacios (2009), considera que los principales factores que influyen en el proceso de restauración es la disponibilidad de nutrientes, disponibilidad de semillas y sucesiones ecológicas.

Vanegas (2014), se fundamenta en 5 pasos para encaminar la restauración de zonas intervenidas: (1) terminar con la causa de la afectación, (2) mitigar los efectos producidos por la misma, (3) llevar o conseguir algún estado de condiciones semejantes a las que se presentaban previamente, (4) reincorporar elementos bióticos o abióticos originales del área, y (5) monitorear y modificar acciones a los trabajos de restauración para impulsar sucesiones ecológicas. Sin embargo, menciona que el grado de restauración depende del grado de alteración. En este sentido detalla que el proceso de restauración podrá alcanzar (1) la recuperación de algunas condiciones para la utilización del área intervenida como medida inicial, (2) la rehabilitación de algunas propiedades de funcionalidad y estructura del ecosistema (3) la restauración del ecosistema.

Lozano, (2013) determinó que la sucesión del bosque de referencia en estado de sucesión natural tiende a una mejor recuperación en comparación con las áreas afectadas previamente por actividad minera. Valois y Martínez, (2017) determina que en minas con tiempo < de 15 años de abandono existe la presencia en su mayoría de especies herbáceas que no se encuentran en bosque de referencia y relaciona la presencia de especies herbáceas con la calidad del ambiente y del sustrato. Jorba y Vallejo, (2008) mencionan la importancia de la disponibilidad de

componentes orgánicos y presencia de vegetación herbácea como control de erosión.

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Esmeraldas y Programa de Reparación Ambiental y Social, (2011), estiman los costos para revegetar 1876 hectáreas y asciende a los \$ 7.369.228 dólares americanos, costo que incluye mano de obra, materiales e insumos, seguimiento y monitoreo. Los costos para recuperar suelos determinan \$ 40.000 dólares americanos por hectárea, en cuanto el recurso hídrico determina costos de \$ 20 dólares americanos por 1 m³ de aguas tratadas por técnicas de fitorremediación.

2.3.Marco legal

El estado ecuatoriano presenta varias normativas que son aplicadas en el componente ambiental, las cuales se enfocan desde las leyes, normas y regulaciones que serán aplicadas en el proyecto de investigación.

- **Constitución Política de la República del Ecuador, 2008**

La Constitución Política de la República del Ecuador del Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre de 2008, registra artículos y principios ambientales aplicables en la investigación, como:

Título II - Derechos, Capítulo Segundo - Derechos del buen vivir, Sección segunda - Ambiente sano; en el Art. 14.- Hace referencia a la protección del derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice un desarrollo sustentable (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008).

- **Código Orgánico Ambiental (COA)**

Registro Oficial Suplemento N° 983 de 12 de abril del 2017.

TÍTULO I – OBJETO, ÁMBITO Y FINES;

Art. 1.- El código tiene como objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sana y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir *Sumak kawsay*

TITULO II – DE LOS DERECHOS, DEBERES Y PRINCIPIOS AMBIENTALES

Art 5 .- Derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende: 1. La conservación, manejo sostenible y recuperación del patrimonio natural, la biodiversidad y todos sus componentes, con respecto a los derechos de la naturaleza y a los derechos colectivos de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades; 2. El manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como paramos, humedales, bosque nublado, bosque secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos – costeros; 6. La prevención, control y reparación integral de los daños ambientales; 7. La obligación de toda obra o proyecto en todas sus fases, de sujetarse al procedimiento de la evaluación de impacto ambiental.

Art 6.- Derechos de la naturaleza. Son derechos de la naturaleza los reconocidos en la Constitución los cuales abarcan el respecto integral de su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, así como la restauración.

Art 9.- En concordancia con lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente. 1. Responsabilidad integral; 1. La responsabilidad de quien promueve una actividad que genere o pueda generar impacto sobre el ambiente,

principalmente por la utilización de sustancias, residuos desechos o materiales tóxicos o peligrosos, abarca de manera integral, responsabilidad compartida y diferenciada. Esto incluye todas las fases de dicha actividad, el ciclo de vida del producto y la gestión del desecho o residuo, desde la generación hasta el momento en que se lo dispone en condiciones de inocuidad para la salud humana y el ambiente.; 4. El que contamina paga. Quien realice o promueva una actividad que contamine o que lo haga en el futuro, deberá incorporar a sus costos de producción todas las medidas necesarias para prevenirla, evitarla o reducirla. Asimismo, quien contamine estará obligado a la reparación integral y la indemnización a los perjudicados, adoptando medidas de compensación a las poblaciones afectadas y al pago de las sanciones que correspondan.

TITULO II - INSTITUCIONALIDAD Y ARTICULACIÓN DE LOS NIVELES DE GOBIERNO EN EL SISTEMA NACIONAL DESCENTRALIZADO DE GESTIÓN AMBIENTAL CAPITULO I - De las facultades en materia ambiental de la autoridad ambiental nacional. Art 23.- Autoridad Ambiental Nacional. El Ministerio del Ambiente será la Autoridad Ambiental Nacional y en esa calidad le corresponde la rectoría, planificación, regulación, control, gestión y coordinación del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

LIBRO SEGUNDO DEL PATRIMONIO NATURAL TITULO I - DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Art. 29.- Regulación de la biodiversidad. El presente título regula la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes. Asimismo, regula la identificación, el acceso y la valoración de los bienes y los servicios ambientales. La biodiversidad es un recurso estratégico del Estado, que deberá incluirse en la planificación territorial nacional y de los gobiernos autónomos descentralizados como un elemento esencial para garantizar un desarrollo equitativo, solidario y con responsabilidad intergeneracional en los territorios.

Art. 30.- Objetivos del Estado. Los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad son: 1. Conservar y usar la biodiversidad de forma sostenible; 2. Mantener la

estructura, la composición y el funcionamiento de los ecosistemas, de tal manera que se garantice su capacidad de resiliencia y su la posibilidad de generar bienes y servicios ambientales; 3. Establecer y ejecutar las normas de bioseguridad y las demás necesarias para la conservación, el uso sostenible y la restauración de la biodiversidad y de sus componentes, así como para la prevención de la contaminación, la pérdida y la degradación de los ecosistemas terrestres, insulares, oceánicos, marinos, marino-costeros y acuáticos; 8. Promover la investigación científica, el desarrollo y transferencia de tecnologías, la educación e innovación, el intercambio de información y el fortalecimiento de las capacidades relacionadas con la biodiversidad y sus productos, para impulsar la generación del bioconocimiento.

Art. 31.- De la conservación de la biodiversidad. La conservación de la biodiversidad se realizará in situ o ex situ, en función de sus características ecológicas, niveles de endemismo, categoría de especies amenazadas de extinción, para salvaguardar el patrimonio biológico de la erosión genética, conforme a la política formulada por la Autoridad Ambiental Nacional.

- **Ley de Minería**

Registro Oficial N° 517 del 29 de enero del 2009. En el **Título I** - Disposiciones Fundamentales; **Capítulo III** - Del Dominio del Estado y de los Derechos Mineros; **Art. 16.-** donde dice que la explotación de los recursos naturales, estarán dentro de los principios de desarrollo sustentable y la responsabilidad social.

Título IV - De las Obligaciones de los Titulares Mineros; **Capítulo I-** De las Obligaciones en General; **Art. 70.-** los titulares de concesiones y permisos mineros están obligados a ejecutar sus labores con métodos y técnicas que minimicen los daños al ambiente, o a terceros y de ser así, se deberá reparar cualquier daño.

Título IV - De las Obligaciones de los Titulares Mineros; **Capítulo II** - De la Preservación del Medio Ambiente; los artículos desde el numero 78 hasta el número

86, determinan ciertas regulación y disposiciones que los titulares de concesiones mineras deben cumplir para la protección de los ecosistemas intervenidos, como también del tratamiento de aguas, reforestación, manejo de desechos, y los daños ambientales (Ley de Minería, 2009).

- **Reglamento Ambiental de Actividades Mineras**

Registro Oficial N° 213 del 27 de marzo del 2014, última modificación el 12 de julio de 2016 el presente tiene como principal objetivo promover el desarrollo sustentable de las actividades mineras en Ecuador, mediante el establecimiento de normas, lineamientos, procedimientos, procesos, subprocesos, guías técnicas ambientales con la finalidad de controlar, mitigar, rehabilitar, remediar y compensar los impactos de las actividades mineras pueden ocasionar sobre el medio ambiente en todo el territorio nacional (Reglamento Ambiental de Actividades Mineras, 2014).

2.3.1 Acuerdo No. 061 Reforma del libro VI del Texto Unificado de legislación Secundaria.

Edición Especial N° 316 Registro Oficial del 4 mayo del 2015; donde se establece los procedimientos y regula las actividades y responsabilidades públicas y privadas en calidad ambiental, entendiendo por calidad ambiental al conjunto de características del ambiente y la naturaleza que incluye el aire, el agua, el suelo, la biodiversidad, en relación con la presencia o ausencia de agentes nocivos que pueden afectar al mantenimiento y regeneración en ciclos vitales en la naturaleza (Acuerdo Ministerial N°61).

- **Anexos Técnicos 097-A Refórmese el Texto Unificado de Legislación Secundaria.**

Anexo 1. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

Anexo 2. Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados.

Anexo 3. Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas

Anexo 4. Normas de calidad del Aire Ambiente o Niveles de Inmisión

Anexo 5 Niveles máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles.

- **Plan Nacional del Buen Vivir**

En el Plan Nacional del Buen Vivir en el **Objetivo 1.** Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas **Objetivo 3.** Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y las futuras generaciones **Objetivo 6.** Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el desarrollo rural integral. (SENPLADES, 2013).

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, involucra a los gobiernos autónomos descentralizados municipales en los proyectos y planes a ejecutarse; específicamente este caso se orienta hacia la participación de la gestión ambiental dentro Art. 136. Sobre el “Ejercicio de las competencias de gestión ambiental” (COOTAD, 2010).

2.3.1 Código Orgánico Integral Penal (COIP)

Registro Oficial N° 180 del 10 de febrero del 2014, última modificación el 21 de julio de 2016.

Serán sancionados con pena privativa de libertad, las personas que infrinjan estos artículos:

Art. 69.- Referente a las infracciones contra el ambiente, naturaleza o Pacha Mama, contra los recursos mineros y los casos previstos en este Código, la o el juzgador, sin perjuicio de la aplicación del comiso penal, podrá ordenar la inmediata destrucción o inmovilización de maquinaria pesada utilizada para el cometimiento de estas infracciones.

Capítulo Cuarto. Delitos contra el ambiente y la naturaleza o Pacha Mama.

Sección Primera. Delitos contra la biodiversidad. Donde establece que desde el Art. 245 hasta el Art. 247 se prohíbe la invasión de áreas de importancia ecológica, los incendios forestales y de vegetación y los delitos contra la flora y fauna silvestres.

Sección Segunda. Delitos contra los recursos naturales.

Desde el Art. 251 hasta el Art. 253 donde se especifica las sanciones que serán estipuladas por alteración, contaminación o contravención al recurso agua, suelo o aire.

Sección Tercera. Delitos contra la gestión ambiental

Art. 254.- Se prohíbe que se desarrollen, produzcan, tengan, dispongan, quemén, comercialicen, introduzcan, importen, transporten, almacenen, depositen o usen, productos, residuos, desechos y sustancias químicas o peligrosas, y con esto produzca daños graves a la biodiversidad.

Art. 255.- La persona que emita o proporcione información falsa u oculte información que sea de sustento para estudios ambientales, que provoquen el cometimiento de un error por parte de la autoridad ambiental.

Sección Quinta. Delitos contra los recursos naturales no renovables.

Art. 260.- Actividad ilícita de recursos mineros. - La persona que, sin autorización de la autoridad competente, extraiga, explote, explore, aproveche, transforme,

transporte, comercialice o almacene recursos mineros, será privativa de libertad de cinco a siete años.

Art. 261.- Financiamiento o suministro de maquinarias para extracción ilícita de recursos mineros. La persona que financie o suministre a cualquier título, maquinaria, equipos, herramientas y en general cualquier instrumento que se utilice para realizar las actividades ilícitas de minería. (COIP, 2014).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

La zona de estudio se encuentra entre las parroquias de Selva Alegre, Concepción, Timbire, Luis Vargas, 5 de Junio en los cantones de Eloy Alfaro y San Lorenzo en la provincia de Esmeraldas, dentro de la concesión minera “Río Santiago” con una extensión de 4794 hectáreas (Figura 8).

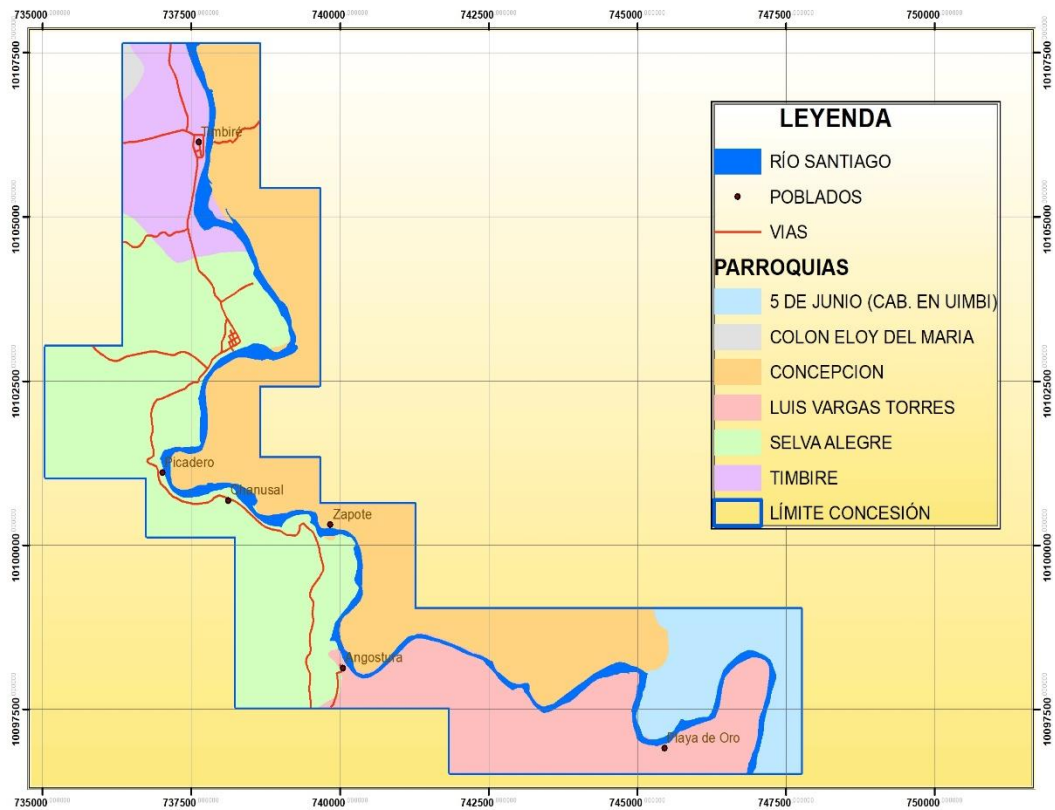


Figura 8. Mapa sectorización de la concesión Río Santiago

3.1.1. Características biofísicas

3.1.1.1. Clima

El clima es cálido húmedo según datos del INOCAR (Instituto Oceanográfico de la Armada) se registran temperaturas máximas y mínimas de 31°C y 21°C en época lluviosa y seca respectivamente, resultando una temperatura media de 26,8 °C. Se

registran precipitaciones entre los 1500 mm y 2000 mm en zonas tropicales y hasta los 4000 mm en las zonas de clima mega térmico lluvioso (GADEA, 2012).

3.1.1.2. Flora y Fauna

Los cantones de San Lorenzo y Eloy Alfaro son considerados zonas con gran biodiversidad en fauna y flora. En la tabla 2 se referencia las especies más abundantes y representativas de la zona de estudio.

Tabla 2. *Especies representativas de flora y fauna*

Flora	Fauna
<i>Agrostis breviculmis</i>	<i>Alouatta palliata</i> (Mono aullador de la Costa)
<i>Alchornea spp</i> (Alchornea)	<i>Amazona autumnalis</i> (Amazona frentirroja)
<i>Anthurium penningtonii</i> (Anturio)	<i>Anoura cultrata</i> (Murciélago longirostro negro)
<i>Aracaceae</i> (Palma)	<i>Ara ambigua</i> (Guacamayo verde mayor)
<i>Baccharis caespitosa</i> (Tola)	<i>Atele fusciceps</i> (Mono araña de cabeza marrón)
<i>Bambusa sp.</i> (Bambú)	<i>Balantiopteryx infusca</i> (Murciélago ecuatoriano de sacos alares)
<i>Barnadesis parviflora</i> (Mingo)	<i>Bassaricyon gabbi</i> (Olingo de la Costa)
<i>Begonia spp.</i> (Begonia)	<i>Cabassous centralis</i> (Armadillo de cola desnuda de occidente)
<i>Miconia sp</i> (Miconia)	<i>Caluromys denbianus</i> (Raposa lanuda de occidente)
<i>Bocona integrifolia</i> (Macadamia)	<i>Capito quinticolor</i> (Barbudo 5 colores)
<i>Bromeliaceae</i> (Bromelia)	<i>Cebus capucinus</i> (Mono capuchino de cara blanca)
<i>Calamagrostis effusa</i> (Pajonal)	<i>Cephalopterus penduliger</i> (Pájaro paraguas)
<i>Castilleja sp.</i> (Cinco hojitas)	<i>Chaetocercus bombus</i> (Estrellita chica)
<i>Catoblastus praemorsus</i> (Prapa ojo)	<i>Chalybura urochrysis</i> (Calzonario patirrojo)
<i>Chuquiragua jussieui</i> (Chuquiragua)	<i>Columba goodsoni</i> (Paloma oscura)
<i>Chusquea spp.</i> (Colihue)	<i>Crax rubra</i> (Pavón grande)

<i>Cyathea caracasana</i> (Palma boba)	<i>Crypturellus berlepschi</i> (Tinamú)
<i>Cyclantaceae</i> (Paja toquilla)	<i>Cuniculus paca</i> (Guanta de tierras bajas)
<i>Dennstaedtia kalbreyeri</i>	<i>Galictid vittata</i> (Hurón)
<i>Erisma uncinatum</i>	<i>Geotrygon veraguensis</i> (Paloma perdiz)
<i>Festuca spp.</i>	<i>Heliodoxa imperatrix</i> (Brillante emperatriz)
<i>Fushsia scabriuscula</i>	<i>Hoplomys gymnurus</i> (Rata acorazada)
<i>Gentiana sedifolia</i>	<i>Hylocharis humboldtii</i> (Zafiro de Humboldt)
<i>Gentianella señaginifolia</i>	<i>Leopardus pardalis</i> (Ocelote)
<i>Geonoma weberbauer</i>	<i>Leucoptermis princeps</i> (Gavilán barreteado)
<i>Guarea persistens</i>	<i>Leucopternis plúmbea</i> (Gavilán plumizo)
<i>Gunnera brephogea</i>	<i>Leucopternis semiplumbea</i>
<i>Humiriaceae</i>	<i>Lontra longicaudis</i> (Nutria neo tropical)
<i>Huperzia hipogea</i>	<i>Marmosa phaea</i> (Raposa chica lanuda)
<i>Hypochoeris spp.</i>	<i>Micrastur plumbeus</i> (Halcón montés)
<i>Juglans neotropica</i>	<i>Nyctiphrynus rosenbergi</i> (Chotacabras del Chocó)
<i>Lupinus spp.</i>	<i>Panthera onca centralis</i> (Jaguar de la Costa)
<i>Lycopodium spp.</i>	<i>Pecari tajacu</i> (Pecarí de collar)
<i>Matteniusa tessmannii</i>	<i>Penelope ortini</i> (Pava bronceada)
<i>Miconia spp.</i>	<i>Penelope purpurascens</i> (Pava crestada)
<i>Myrcianthes sp.</i>	<i>Pionopsita pyrilia</i> (Loro cabeciazafrán)
<i>Myrtaceae</i>	<i>Pionopsitta pulchra</i> (Loro cachetirroza)
<i>Pasiflora spp.</i>	<i>Pteroglossus sanguineus</i> (Arasari)
<i>Peperomia spp.</i>	<i>Puma yagouaroundi</i> (Yaguarundi)
<i>Piper spp.</i>	<i>Ramphastos swainsonii</i> (Tucán)
<i>Pourouma guianensis</i>	<i>Ramphastos brevis</i> (Tucán del Chocó)
<i>Siparuna pilosolepidota</i>	<i>Rhynchirtyx cinctus</i> (Codorniz carirrufa)
<i>Weinmannia spp.</i>	<i>Scytalopus chocoensis</i> (Tapaculo del Chocó)
<i>Werneria nubigena</i>	<i>Tayassu pecari aequatorialis</i> (Pecarí de labio blanco de occidente)
<i>Wettinia maynensis</i>	<i>Trogon massena</i> (Trogón colipizar)

Fuente: (GADEA, 2012)

3.2. Población

La población que se encuentra dentro la zona minera en el cantón de Eloy Alfaro son las siguientes parroquias: Selva Alegre, Luis Vargas Torrez y Timbire y en el cantón de San Lorenzo se encuentran; Concepción y 5 de Junio la población se encuentra dividida como se indica en la tabla 3.

Tabla 3. *Población de la zona minera*

PARROQUIA	# DE HABITANTES
Timbiré	1037
Selva Alegre	1166
Luis Vargas Torrez	353
Concepción	430
5 de Junio	416
TOTAL	3402

Fuente: (GADEA, 2012)

3.3. Materiales

Para la elaboración de la investigación se consideraron los siguientes materiales y equipos tanto en la fase de oficina y fase de campo (Tabla 4).

Tabla 4. *Equipos y materiales*

Fase de oficina	Fase de campo
Equipos	Equipos
Ordenador portátil	Cámara fotográfica
Disco extraíble	GPS Garmin GPSMAP® 64s
Impresora	Baterías GPS
Materiales	Materiales
Resmas papel bond A4	Botas de caucho, poncho de agua
Lápiz, Borrador	Libreta de campo
Libreta de anotaciones	Marcador indeleble
Software ArcGis 10.3	Matriz de Pasivos

3.4. Metodología

La investigación fue analítica y descriptiva caracterizada por ser el conjunto de técnicas específicas destinadas para recoger, procesar y analizar variables que se dan en un determinado lugar (Posso, 2011). El proyecto se desarrolló en las tres fases que son: Fase descriptiva, fase analítica y fase de la propuesta.

3.4.1. Fase descriptiva

Consistió en una fase de descripción ambiental por medio de la utilización de una ficha de diagnóstico descriptivo en las zonas afectadas.

3.4.1.1. Diagnóstico de la situación ambiental

En el diagnóstico de la situación ambiental se tomó como referencia los operativos por parte de ARCOM-I de minera ilegal realizados en los años 2009, 2011 y 2015, consecuentemente la concesión fue dividida en 4 sectores; Selva Alegre, Picadero – Chanuzal, Angostura y Playa de Oro (Figura 9).

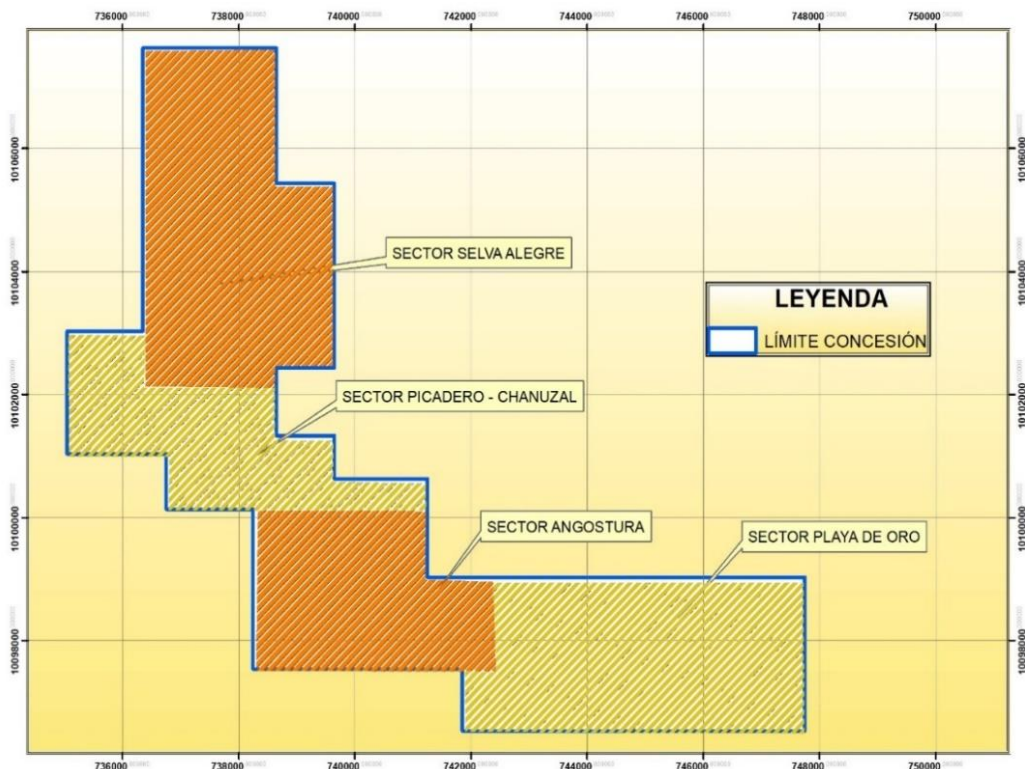


Figura 9. Mapa sectorización de la concesión Río Santiago

En los sectores previamente planificados están conformados por frentes de explotación activos y abandonados. Sin embargo, el diagnóstico se lo realizó en los frentes abandonados en cada sector (Tabla 5).

Tabla 5. *Identificación de frentes activos y abandonados*

COORDENADAS WGS 84				
FRENTE DE EXPLOTACIÓN				
SECTOR	FRENTE DE EXPLOTACIÓN	X	Y	ESTADO
Selva Alegre	Las Antonias	736892	10103740	Activo
	Selva Alegre 1	736739	10103351	Activo
	Toma de agua	736938	10103677	Activo
	Selva Alegre 2	737832	10102867	Activo
	Selva Alegre 3	737352	10103014	Activo
	Selva Alegre 4	737249	10102964	Activo
	Selva Alegre	737035	10103460	Abandonado
Picadero - Chanuzal	Picadero - Chanuzal	737489	10100409	Abandonado
Angostura	Angostura	741312	10098371	Abandonado
	Angostura 1	741673	10098632	Activo
Playa de Oro	Playa de Oro	744301	10097194	Abandonado

- **Diagnóstico ambiental de zonas mineras**

El diagnóstico se caracterizó por ser descriptivo basado en la observación directa del investigador la cual se utilizó una ficha ambiental, y posterior se evaluó los pasivos ambientales mediante una matriz de importancia. La ficha ambiental se fundamentó en lo siguiente aspectos:

Objetivo de la matriz. - Esta metodología permite establecer indicadores y las condiciones o estado actual en que se encuentran las áreas intervenidas por la actividad minera.

Diseño de la ficha. - Consiste en elegir las variables y escalas que se ajustan a la investigación, las cuales permitan obtener la información requerida.

Clasificación de variables: Son características que pueden ser observadas por el investigador en lo ambiental, éstas se clasifican en dos grupos que son categóricas y numéricas (Varela, 2012).

La Ficha Ambiental, (Anexo 1) que permitió recoger y resumir los principales aspectos por los cuales se determinaron y calificaron los Pasivos Ambientales. A continuación, se indican las variables (Tabla 6):

Tabla 6. *Variables e Indicadores para diagnóstico descriptivo ambiental*

Ficha de descripción ambiental		
Variable	Indicador	Descripción
Referencia del área minera	Ubicación	Determinar una visión general del frente minero
	Recuperada/No recuperada	
	Abandonada/ Operación	
Suelo	Uso actual del área afectada	Determinar el uso actual del suelo intervenido por actividades mineras
	Alteración por remoción del suelo	Determinar la remoción del suelo por actividades mineras
	Alteración de permeabilidad del suelo	Determinar la afectación sobre la permeabilidad
Agua	Distancia al afluente cercano	Conocer la existencia y distancia a un afluente cercano
	Uso actual del afluente	Conocer el uso del afluente cercano
Paisaje	Tipo de ecosistema en zona de influencia	Conocer el ecosistema en las zonas de influencia del frente minero
	Grado de intervención	Conocer el grado de intervención sobre el paisaje
Alteración Ambientales	Piscinas o relaveras	Conocer la existencia de residuos mineros en los frentes mineros
	Escombreras	
	Infraestructura	
	Desmante	

La identificación y valoración de pasivos ambientales fueron fundamentados en los frentes de explotación abandonados, posteriormente fueron analizados mediante una matriz de diagnóstico ambiental y contrastados con una matriz de valoración de importancia de pasivos mineros.

- **Valoración de Importancia del Pasivo Ambiental**

Por medio de esta metodología se determinó el grado de importancia de cada pasivo o alteración sobre el medio ambiente receptor, por lo cual se consideró una serie de aspectos atribuidas a cada uno de los pasivos ambientales, los cuales fueron integrados a través de una función matemática que proporcionó el Índice Único denominado Importancia del pasivo ambiental (IM), función en la que interviene los siguientes parámetros:

$$IM= NA(3MG+2EX+DR+PE+RC+RV+PO+TD+T1)$$

Esta metodología matemática considera la vinculación de ciertas variables y las relacionó y son los siguientes:

Naturaleza (NA): hace mención al carácter del impacto analizado. Si es beneficioso (+) o perjudicial (-), haciendo referencia a las acciones que actúan sobre los factores considerados.

Magnitud (MG): cuantifica el grado de incidencia de la acción sobre el factor. El rango de esta variable se establece entre 1 y 8 y hace referencia al grado de destrucción. En la tabla 7 se muestra la clasificación y valores a utilizar.

Tabla 7. *Clasificación y valores asignados para la magnitud de pasivos ambientales*

Magnitud (MG)		
Clasificación	Valor	Impacto
Baja	1	Alteración mínima
Media	2	
Alta	4	
Muy alta	8	Alteración máxima

Fuente: García, García, y Agudelo, 2014.

Extensión (EX): valora el área de influencia del impacto con relación al entorno de la actividad. La escala de valorización se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. *Clasificación y valores asignados para la extensión de pasivos ambientales*

Extensión (EX)		
Clasificación	Valor	Impacto
Puntual	1	Efecto localizado
Parcial	2	Incidencia apreciable en el medio
Extenso	4	Afecta gran parte del entorno
Total	8	Generalizado en toda el área
Crítico	(+4)	Si el impacto es producido de forma crítica se le suma (+4)

Fuente: García, García, y Agudelo, 2014.

Duración (DR): cuantifica la permanencia del efecto desde su aparición y el momento en el cual el recurso afectado retomarí las condiciones iniciales, ya sea por medios naturales o por medidas de mitigación. Se clasifican según los criterios de la tabla 9.

Tabla 9. *Clasificación y valores asignados para la duración de pasivos ambientales*

Duración (DR)		
Clasificación	Valor	Impacto
Fugaz	1	(< 1 año)
Temporal	4	(De 1 a 5 años)
Pertinaz	8	(De 5 años a 10 años)
Permanente	12	(> 10 años)

Fuente: García, García, y Agudelo, 2014.

Periodicidad (PE): hace referencia a la regularidad de manifestación del efecto: de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible o constante en el tiempo. Se clasifican según los criterios de la tabla 10.

Tabla 10. *Clasificación y valores asignados para la periodicidad de pasivos ambientales*

Periodicidad (PE)		
Clasificación	Valor	Impacto
Irregular	1	Efectos se manifiestan de forma intermitente
Periódica	4	Efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente
Discontinuo	8	El efecto se manifiesta inconstantemente en el tiempo
Continua	12	Efecto constante en el tiempo

Fuente: García, García, y Agudelo, 2014.

Recuperabilidad (RC): Considera la posibilidad de volver a las condiciones iniciales, por medio de acción humana (Tabla 11).

Tabla 11. *Clasificación y valores asignados para la recuperabilidad de pasivos ambientales*

Recuperabilidad (RC)		
Clasificación	Valor	Impacto
Recuperable	1	La afectación tiene gran posibilidad para retornar a un estado inicial.
Mitigable	4	La afectación tiene posibilidad para retornar a un estado similar a la inicial.
Irrecuperable	8	No es posible recuperar la afectación.

Fuente: García, García, y Agudelo, 2014.

Reversibilidad (RV): indica la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por la actividad, de volver a las condiciones iniciales por medios naturales (Tabla 12).

Tabla 12. *Clasificación y valores asignados para la reversibilidad de pasivos ambientales*

Reversibilidad (RV)		
Clasificación	Valor	Impacto
Corto plazo	1	Retorno a las condiciones iniciales en menos de 1 año.
Mediano plazo	4	Retorno a las condiciones iniciales entre 1 y 5 años.
Largo plazo	8	Retorno a las condiciones iniciales entre 5 y 10 años.
Irreversible	12	Imposibilidad o dificultad extrema de volver por medios naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.

Fuente: García, García, y Agudelo, 2014.

Probabilidad de ocurrencia (PO): menciona al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el medio (Tabla 13).

Tabla 13. *Clasificación y valores asignados para la probabilidad de ocurrencia de pasivos ambientales*

Probabilidad de ocurrencia (PO)		
Clasificación	Valor	Impacto
Largo plazo	1	El efecto dura más de 5 años en manifestarse
Medio plazo	2	Se manifiesta en plazos de 1 a 5 años
Inmediato	4	Se manifiesta en máximo 1 año
Crítico	(+4)	En caso del efecto sea inmediato se le suma 4 unidades

Fuente: García, García, y Agudelo, 2014.

Tendencia (TD): indica el incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando la acción que lo genera persiste de forma reiterada (Tabla 14).

Tabla 14. *Clasificación y valores asignados para la tendencia de pasivos ambientales*

Tendencia (TD)		
Clasificación	Valor	Impacto
Simple	1	Se manifiesta sobre un solo componente del ambiente, o cuya acción es individual, sin efectos en la inducción de nuevos efectos ni su acumulación.
Acumulativo	2	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad.

Fuente: García, García, y Agudelo, 2014.

Tipo (TI): causa- efecto y se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción (Tabla 15).

Tabla 15. *Clasificación y valores asignados para los tipos de pasivos ambientales*

Tipo (TI)		
Clasificación	Valor	Impacto
Indirecto o secundario	1	Su manifestación no es directa de la acción más bien tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando en segundo orden
Directo o primario	2	Su efecto tiene acción inmediata en algún componente ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta.

Fuente: García, García, y Agudelo, 2014.

La importancia de un impacto o afectación se determina por la combinación de criterios de ponderación. En la tabla 16 se presentan los rangos y valores mínimos

y máximos, para determinar los tipos de importancia de una afectación ambiental sea positivo o negativo.

Tabla 16. *Denominación de pasivos ambientales y valor de importancia*

Denominación de pasivo	Rangos del valor de importancia (IM)	
Irrelevante	NO	IM<25
Moderado	CRÍTICOS	25<IM>50
Severo	CRÍTICOS	50<IM<75
Crítico		75<IM

Fuente: García, García, y Agudelo, 2014.

3.4.2. Fase analítica

Consiste en el tratamiento evaluación y análisis de imágenes satelitales con la finalidad de determinar los impactos de la minería sobre la cobertura vegetal.

3.4.2.1. Evaluación de los impactos de la actividad minería sobre la cobertura vegetal

La evaluación de los impactos de las actividades mineras sobre la cobertura vegetal desde el año de 1998 hasta el 2017 se caracterizó por ser una fase analítica, la cual consistió en comparar y analizar el uso de suelo entre las dos fechas establecidas. En este proceso se detalló las zonas mineras y se diagnosticó la situación ambiental minera, en la cual se evaluó los impactos de la minería sobre la cobertura vegetal. Las imágenes satelitales se descargaron del portal de la USGS del satélite LANDSAT correspondiente al año 1998 y SENTINEL 2 correspondiente al año 2017. Las imágenes satelitales fueron clasificadas de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Disponibilidad de las imágenes.
- Claridad
- Nubosidad
- Disponibilidad de formato

Las imágenes descargadas del geo portal de la USGS fueron las siguientes en función de los objetivos planteados (Tabla 17).

Tabla 17. *Características generales de imágenes satelitales*

SATÉLITE	OBJETIVO	FECHA ADQUISICIÓN	ID	RESOLUCIÓN ESPACIAL
Landsat 5	Conocer el uso de suelo del año 1998	1998/03/08	LT05_L1TP_010 059_19980308_2 0161225_01_T1	30 m
Sentinel-2	Determinar las zonas mineras y uso actual del suelo.	2017/04/17	L1C_T17NQB_A 009503_2017041 7T154241	10 m

Landsat -5 y Sentinel- 2 son imágenes de diferentes satélites de diferente resolución espectral y espacial por lo cual en la tabla 18 se presenta las características de cada una.

Tabla 18. *Características de imágenes satelitales*

CARACTERÍSTICAS	
LANDSAT 5	SENTINEL-2
Los archivos de datos de imagen Landsat 4-5 TM consisten en siete bandas espectrales. La resolución es de 30 metros para las bandas 1 a 7. La banda infrarroja térmica 6 se recolectó a 120 metros, pero fue re-muestreada a 30 metros y el tamaño aproximado de la escena es de 170 km de norte a sur, 183 km de este a oeste.	El Instrumento Multiespectral Sentinel-2 (MSI) adquiere 13 bandas espectrales que van desde las longitudes de onda Visible y Near-Infrared (VNIR) hasta Infrarrojos de onda corta (SWIR) a lo largo de una franja orbital de 290 km. La misión Sentinel-2 consiste en dos satélites desarrollados para apoyar la vegetación, la cubierta de tierra y el monitoreo ambiental.

Limitaciones por el uso de imágenes satelital de diferente resolución espacial

Las limitaciones en las imágenes satelitales son en función de la diferente resolución espacial. En la figura 10 se distingue la diferencia de resolución espacial de las diferentes imágenes.

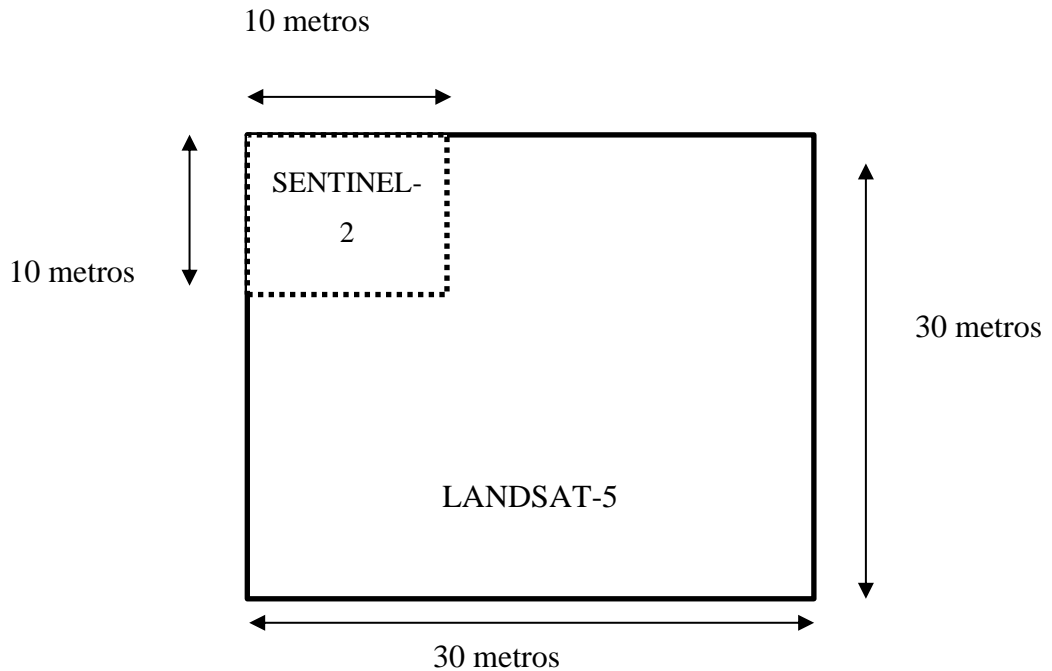


Figura 10. Resolución espacial de SENTINEL-2 e LANDSAT – 5

- El objeto mínimo separable en SENTINEL-2 de 100 m^2 por su resolución espacial de 10 m, mientras en LANDSAT es de 900 m^2 debido a su resolución de 30 m.
- Los parches de bosque, zonas de cultivos o zona minera e infraestructura en el uso de suelo en el año 2017 menor a 100 m^2 no es precisa su cartografía.
- Los parches de bosque, zonas de cultivos, zonas de producción e infraestructura menor a 900 m^2 en el año 1998 no es posible su precisa cartografía.
- El uso de LANDSAT de resolución espacial de 30 metros puede ocasionar la mezcla de pixeles de diferente categoría o uso de suelo.
- En el año 1998 las posibles zonas mineras menores al área de $30 \times 30 \text{ m}$ es discriminada de la clasificación.

Estas imágenes son captadas mediante sensores de las plataformas que se localizan en los satélites, se cargan mediante la energía reflejada o emitida por los objetos (Cure, 2012). Las imágenes descargadas fueron tratadas en ARCGIS 10.3 para su geoprocesamiento el parámetro de interés a evaluar de las imágenes satelitales será la cobertura vegetal dentro de la concesión.

Corrección radiométrica (Preprocesamiento)

Como menciona el Centro de Investigaciones Geoespaciales (CIG, 2012) la corrección radiométrica se encarga del preprocesamiento de irregularidades no deseadas en los sensores o atmosfera, con la finalidad de obtener datos precisos, actualmente estos procedimientos son realizados por los proveedores de imágenes.

Para el preprocesamiento se utilizó QGIS software libre el cual consistió en cargar las capas de las imágenes a utilizar para una corrección radiométrica con la finalidad de obtener una mejor resolución de la imagen.

Tratamiento de Imágenes

Las imágenes satelitales son derivadas de la captación de la superficie terrestre emitida por los sensores remotos que se localizan sobre la corteza terrestre. Los sensores remotos son digitales y automáticos y están conformadas por datos en diferentes pixeles. La información se obtiene a distancia por medio de la percepción remota la cual consiste en obtener datos de un determinado lugar a través de sensores que no necesariamente este en contacto directo o visual. Estos sensores detectan la luz visible y procesan atreves de la reflectancia que emiten en diferentes cantidades de energías cada objeto (CIG, 2012).

- **Clasificación de imágenes no supervisada**

Mediante el software ARCGIS 10.3 se ejecutó clasificaciones de las imágenes por el método no supervisado para la obtención de información preliminar del uso destinado al suelo en el tiempo determinado, agrupara el uso del suelo por pixeles.

- **Clasificación de imágenes supervisada**

Una de las herramientas son los análisis multitemporales que son estudios comparativos que permiten encontrar, analizar y detectar cambios en el uso del suelo en los diferentes ecosistemas naturales en un rango de tiempo establecido por medio de imágenes satelitales de un determinado lugar (Ruiz, Savé y Herrera, 2013). Esta clasificación se ejecutó partiendo de las salidas de campo mediante la toma de puntos georeferenciados en los diferentes uso de suelo para validar información de las imágenes satelitales.

Para el cumplimiento de la investigación se empezó desde el registro en el portal de la USGS como procesos básicos hasta el tratamiento y salidas. En la figura 11 se observa el proceso para la clasificación de imágenes satelitales.

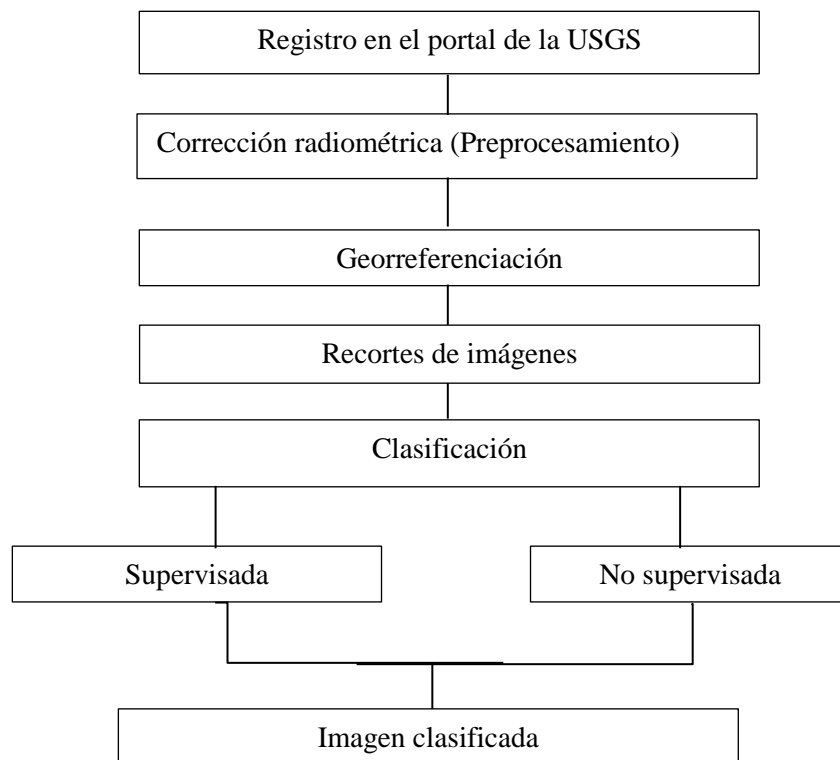


Figura 11. Metodología en el tratamiento de imágenes satelitales.

Fuente: (Aldaz. 2013)

Validación de clasificaciones

Con los puntos de control recopilados en la fase de campo se generaron puntos de control en el área de estudio para generar una matriz de confusión y comparación con el índice de concordancia de Kappa (Cerde y Villarroel, 2008).

- **Índice de Kappa.**

El coeficiente kappa refleja la concordancia inter-observador y puede ser calculado en tablas de cualquier dimensión, siempre y cuando se contrasten dos observadores. El coeficiente kappa puede tomar valores entre -1 y +1. Mientras más cercano a +1, mayor es el grado de concordancia inter-observador. Por el contrario, mientras más cercano a -1, mayor es el grado de discordancia inter-observador. Un valor de $\kappa = 0$ refleja que la concordancia observada es precisamente la que se espera a causa exclusivamente del azar, para determinar esta concordancia se propone la siguiente tabla de valoración del coeficiente de Kappa propuesta por Landis y Koch 1977 citada en (Cerde y Villarroel, 2008). En la tabla 19 se observan los criterios para determinar la concordancia.

Tabla 19. *Valoración del coeficiente de Kappa Landis y Koch 1977*

Coeficiente de Kappa	Fuerza de concordancia
0,00	Pobre
0,01 - 0,20	Leve
0,21 - 0,40	Aceptable
0,41 - 0,60	Moderada
0,61 - 0,80	Considerable
0,81 - 1,00	Casi perfecta

Fuente: (Cerde & Villarroel, 2008)

Los diferentes usos de suelo en el año 2017 fueron determinados luego de los recorridos (*in situ*) en campo a través de la observación del investigador y son las

siguientes: cuerpos de agua, zonas mineras, zonas de pastos, zonas de cultivos, Infraestructura o zona urbana y bosque

3.4.2.2. Identificación de impactos sobre la cobertura vegetal

En la determinación de los impactos de las actividades mineras sobre la cobertura vegetal se determinó la deforestación y fragmentación del ecosistema bosque.

- **Cálculo de deforestación**

Echeverría, et al. (2006), calculó la tasa de deforestación de bosques naturales por medio de la fórmula propuesta por Puyravaud (2003).

$$P = \frac{100}{(t2 - t1)} \times \ln \left(\frac{A2}{A1} \right)$$

P: Tasa de deforestación por año

t1: Año de inicio del período

t2: Año final del período

A1: Superficie de bosque al inicio del período

A2: Superficie de bosque al final del período

- **Fragmentación**

El cálculo de fragmentación se ejecutó mediante la identificación de parches o fragmentos de bosque que se encuentran aislados y posteriormente se calculó el área y extensión de los fragmentos de bosque.

3.4.3. Fase de propuesta

La mejor alternativa en coherencia con el desarrollo del trabajo de investigación se propone una recuperación de frentes abandonados y se clasifican en 2 etapas que

son: (1) recuperación y tratamiento de frentes de explotación abandonados y (2) consideraciones para aplicar una restauración ecológica.

3.4.3.1. Etapa de recuperación y tratamiento de frentes de explotación abandonados

- Consiste en la identificación, registro y caracterización de los residuos mineros identificados en los sectores establecidos.
- Establecer estrategias y acciones para recuperar los residuos mineros por el desarrollo de la actividad.

3.4.3.2. Etapa de restauración ecológica

Proponer lineamientos encaminados a estructurar una restauración ecológica que implica factores sociales y ecológicos.

- **Participación comunitaria:** consiste en proponer acciones que involucre la participación comunitaria por medio de actividades incluyentes.
- **Evaluar el potencial de regeneración:** establecer variables que logren determinar el potencial de regeneración de los frentes abandonados.
- **Establecer las especies tentativas para una restauración ecológica**

Las especies tentativas para una restauración ecológica de las actividades mineras dentro de la concesión Río Santiago se registrarán a criterios como son los siguientes:

Especies endémicas: las especies vegetales que serán utilizadas en el proceso de restauración ecológica tienen que ser en su totalidad endémicas para evitar introducir especies no adecuadas para el tipo de ecosistema.

Especies de importancia ecológica: especies consideradas importantes desde una perspectiva ecológica por sus funciones dentro de la dinámica ecosistémica.

Especies en peligro de extinción: especies que por la extracción de recursos naturales no renovables o por deforestación.

- **Establecer actores sociales involucrados en el proceso de restauración para efectuar un plan de seguimiento:** determinar los actores sociales y estatales involucrados en el proceso de recuperación y restauración de frentes mineros abandonados.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En función de los objetivos específicos planteados y por medio de la metodología propuesta se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1. Diagnóstico de la situación ambiental de frentes abandonados

Los resultados de la descripción ambiental se presentan por frentes de explotación minera abandonados que se encuentran dentro de los sectores previamente planificados.

4.1.1. Sector Selva Alegre

En el sector de Selva alegre existieron 6 frentes de explotación activos. Sin embargo, se realizó el diagnóstico descriptivo del frente abandonado.

- **Frente de explotación minera abandonado**

El frente de explotación minero se encuentra dentro del sector de Selva Alegre fue producto de actividad minera ilegal, se encontró abandonado y sin recuperar lo que deja en evidencia el desarrollo de las actividades mineras (Figura 12).



Figura 12. Frente minero abandonado en el sector de Selva Alegre

El frente minero tiene una extensión de 71,37 hectáreas afectadas por el desarrollo de la actividad minera los pastos fueron los más afectados con 49,92 hectáreas, seguido de cultivos con 16,45 hectáreas y 5 hectáreas de bosque. El 85% de frente minero se encontró cubierto por pasivos mineros y el 15% se representan brotes de vegetación herbácea.

Se observó alteración del suelo por la remoción de grandes volúmenes de tierra, lo que ha dejado en evidencia procesos antitécnicos como la mezcla de grava aurífera y arcillas, la no protección de la capa fértil del suelo y uso de maquinaria pesada, lo que ha ocasionado la compactación y baja permeabilidad del suelo. Dentro del frente de explotación abandonado se observó la existencia de un afluyente de agua natural que atraviesa el frente minero.

En la zona de influencia se encuentran pastos y cultivos. Sin embargo, existen pequeños parches de bosque altamente intervenidos por aprovechamiento forestal selectivo. El grado de afectación por la actividad minera es alto por la remoción de volúmenes de tierra y la pérdida de cobertura vegetal total del frente de explotación.

Valoración de pasivos ambientales del frente abandonado en el sector de Selva Alegre

Los principales pasivos existentes dentro del frente minero son: piscinas o relaveras resultado de los cortes mineros que tienen una media aproximada de 25 x 25 y 5 metros de profundidad; escombreras con mezcla de grava auríferas y diferentes arcillas técnicamente no adecuado; remoción del suelo con maquinaria pesada e infraestructura minera como clasificadora tipo Z, contenedores para almacenamiento de combustibles y retroexcavadora (Figura 13).

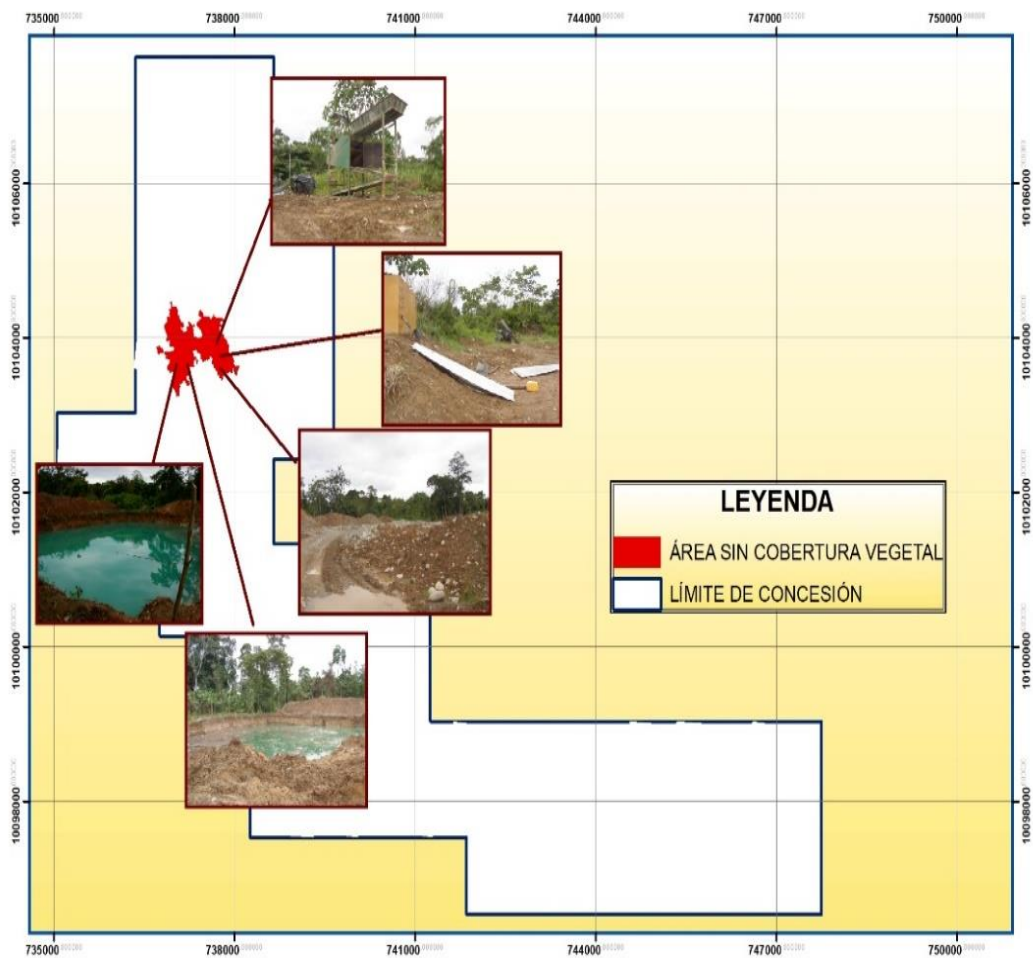


Figura 13. Mapa de pasivos mineros del frente abandonado en el sector de Selva Alegre

La valoración de pasivos mineros resaltó la presencia de piscinas, escombreras y remoción de grandes volúmenes de tierra en estado crítico por los conflictos ambientales que generan. En menor importancia se encuentra las rutas y senderos propios de las actividades extractivas e infraestructura minera abandonada y rutas y senderos que se encuentran en el rango de moderado por su importancia. En la tabla 20 se resume la situación ambiental y valoración de importancia de los pasivos mineros.

Tabla 20. *Diagnóstico de situación ambiental de la zona de Selva Alegre y valoración de pasivos mineros.*

Identificación del área													
Coordenadas WGS 84							Ubicación						
X	737035						Cantón	Eloy Alfaro					
Y	10103460						Sector	Selva Alegre					
Tipo de explotación		Aluvial											
Situación Actual		Abandonada											
Estado del área		No recuperada											
Situación ambiental del área													
Suelo	Permeabilidad		Baja										
	Proceso de remoción del suelo		Alta										
Agua	Afluente cercano		Si										
	Uso del agua		Zonas de producción										
Flora	Tipo de bosque (Zona de Influencia)		Alterado										
	Grado de Intervención sobre la vegetación en zona minera		Alta										
	Uso de suelo en zona intervenida		Residuos mineros										
Tipos de Pasivos mineros													
Residuos Mineros							Presente	Ausente					
Piscinas							X						
Escombrera antitécnica							X						
Derrame de aceite								X					
Infraestructura minera							X						
Remoción del suelo							X						
Rutas y senderos							X						
Valoración de pasivos ambientales													
Pasivo ambiental	NA	MG	EX	DR	RV	RC	PE	TD	TI	PO	IM	Clasificación	
Piscina o Relaveras	(-)	8	4	8	8	4	12	2	2	8	76	Crítico	
Escombreras	(-)	8	4	8	8	4	12	2	2	8	76	Crítico	
Remoción del suelo	(-)	8	4	4	12	4	12	2	2	8	76	Crítico	
Infraestructura minera	(-)	2	1	8	1	1	4	1	1	8	32	Moderado	
Rutas y senderos	(-)	4	2	8	12	1	4	1	2	4	48	Moderado	

4.1.2. Sector Picadero – Chanuzal

En el sector de Picadero – Chanuzal no existieron trabajos de explotación activos solo se evidenció la presencia de extensos frentes mineros abandonados y sin recuperar.

- **Frente de explotación minera abandonado**

El frente de explotación minero se encuentra dentro del sector de Picadero – Chanuzal, fue producto de actividad minera ilegal, se encontró abandonado y sin recuperar lo que ha dejado en evidencia el desarrollo de las actividades mineras (Figura 14).



Figura 14. Frente de explotación minera abandonado en el sector de Picadero – Chanuzal

El frente minero abandonado tiene una extensión afectada de 56,79 hectáreas por el desarrollo de la actividad minera, la cobertura bosque fue la más afectada con 22,61 hectáreas, seguido de pastos con 20,7 hectáreas y 13,48 hectáreas de cultivo. El 60% de frente minero se encontró cubierto por residuos mineros el 40% se representan brotes de vegetación herbácea y pastos. Se observó alteración del suelo por la mezcla de material aurífero con gravas por la remoción de grandes volúmenes de tierra con maquinaria pesada, lo que ha ocasionado la compactación y baja permeabilidad del suelo. Dentro del frente de explotación abandonado se observó la existencia de un afluente de agua natural que atraviesa el frente minero. El recurso hídrico del afluente es para la agricultura y ganadería en la zona de influencia predominan los pastos y cultivos.

Valoración de pasivos ambientales del frente abandonado en el sector de Picadero - Chanuzal

Los principales pasivos existentes dentro del frente minero son: piscinas o relaveras resultado de los cortes mineros que tienen una media aproximada de 25 x 25 metros y 5 de profundidad; escombreras con mezcla de grava aurífera y diferentes arcillas técnicamente no adecuado e infraestructura como una clasificadora tipo Z (Figura 15).

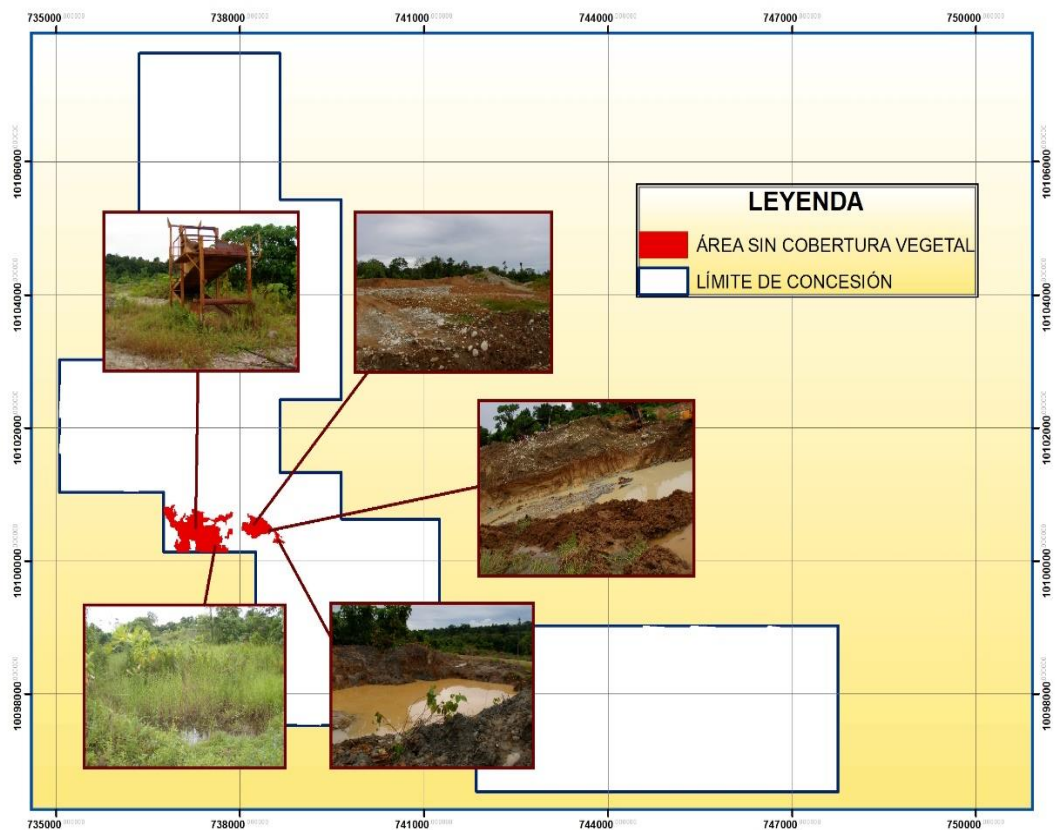


Figura 15. Mapa de residuos mineros en el Sector de Picadero – Chanuzal

La valoración de pasivos mineros destacó la presencia de piscinas, escombreras y remoción de grandes volúmenes de tierra en estado crítico por los conflictos ambientales que causan dentro del área. En menor importancia se encuentra las rutas y senderos propios de las actividades extractivas e infraestructura minera, pasivos que son catalogados como moderados en el rango de importancia. En la tabla 21 se resume la situación actual de la zona intervenida y valoración de pasivos mineros.

Tabla 21. *Diagnóstico de situación actual y valoración de pasivos en Picadero – Chanuzal*

Identificación del área													
Coordenadas WGS 84							Ubicación						
X	737489						Cantón	Eloy Alfaro					
Y	10100409						Sector	Picadero-Chanuzal					
Tipo de explotación		Aluvial											
Situación Actual		Abandonada											
Estado del área		No recuperada											
Situación ambiental del área													
Suelo	Permeabilidad		Baja										
	Proceso de remoción del suelo		Alta										
Agua	Afluente cercano		Si										
	Uso del agua		Zonas de producción										
Flora	Tipo de bosque (Zona de Influencia)		Alterado										
	Grado de Intervención sobre la vegetación en zona minera		Alta										
	Uso de suelo en zona intervenida		Residuos mineros										
Tipos de Pasivos mineros													
Residuos Mineros							Presente	Ausente					
Piscinas							X						
Escombrera antitécnica							X						
Derrame de aceite								X					
Infraestructura minera							X						
Remoción del suelo							X						
Rutas y senderos							X						
Valoración de pasivos ambientales													
Pasivo ambiental	NA	MG	EX	DR	RV	R C	PE	TD	TI	PO	IM	Clasificación	
Piscina o Relaveras	(-)	8	4	8	8	4	12	2	2	8	76	Crítico	
Escombreras	(-)	8	4	8	8	4	12	2	2	8	76	Crítico	
Remoción del suelo	(-)	8	4	4	12	4	12	2	2	8	76	Crítico	
Infraestructura minera	(-)	2	1	8	1	1	4	1	1	8	32	Moderado	
Rutas y senderos	(-)	4	2	8	12	1	4	1	2	4	48	Moderado	

4.1.3. Sector Angostura

En el sector de Angostura existió un frente de explotación activo y frentes mineros abandonados y sin recuperar. El diagnóstico descriptivo ambiental se ejecutó en el frente abandonado.

- **Frente de explotación minera abandonada**

El frente de explotación minero se encuentra dentro del sector de Angostura fue producto de actividad minera ilegal se encontró abandonado y sin recuperar lo que ha dejado en evidencia el desarrollo de las actividades mineras (Figura 16)



Figura 16. Frente de explotación minera en el sector de Angostura

El frente minero tiene una extensión de 37, 74 hectáreas afectadas por el desarrollo de la actividad minera, el bosque fue el más afectada con 25,76 hectáreas, seguido de pastos con 10,55 hectáreas y 1,43 hectáreas de cultivos. El 70% del frente minero se encontró cubierto por residuos mineros y el 30% se representan brotes de vegetación herbácea. Se observó la alteración del suelo por la remoción de grandes volúmenes de tierra con el uso de maquinaria pesada, lo que ha ocasionado la compactación y baja permeabilidad del suelo. Dentro del frente minero abandonado

se observó la existencia de un afluyente de agua natural que atraviesa el frente minero, el cual es destinado para cultivos y ganadería. En la zona de influencia se encontraron cultivos perennes. Sin embargo, existen pequeños fragmentos de bosque medianamente intervenidos por aprovechamiento forestal selectivo. El grado de afectación por la actividad minera es alto por la remoción de volúmenes de tierra y la pérdida de cobertura vegetal total del frente de explotación.

Valoración de pasivos ambientales del frente abandonado en el sector de Angostura

Los pasivos mineros existentes en el frente minero abandonado son; piscinas o relaveras resultado de los cortes mineros que tienen una media aproximada de 25 x 25 metros y 5 de profundidad; escombreras con mezcla de grava aurífera y diferentes arcillas técnicamente no adecuado, infraestructura minera como clasificadora tipo Z, rutas y senderos (Figura 17).

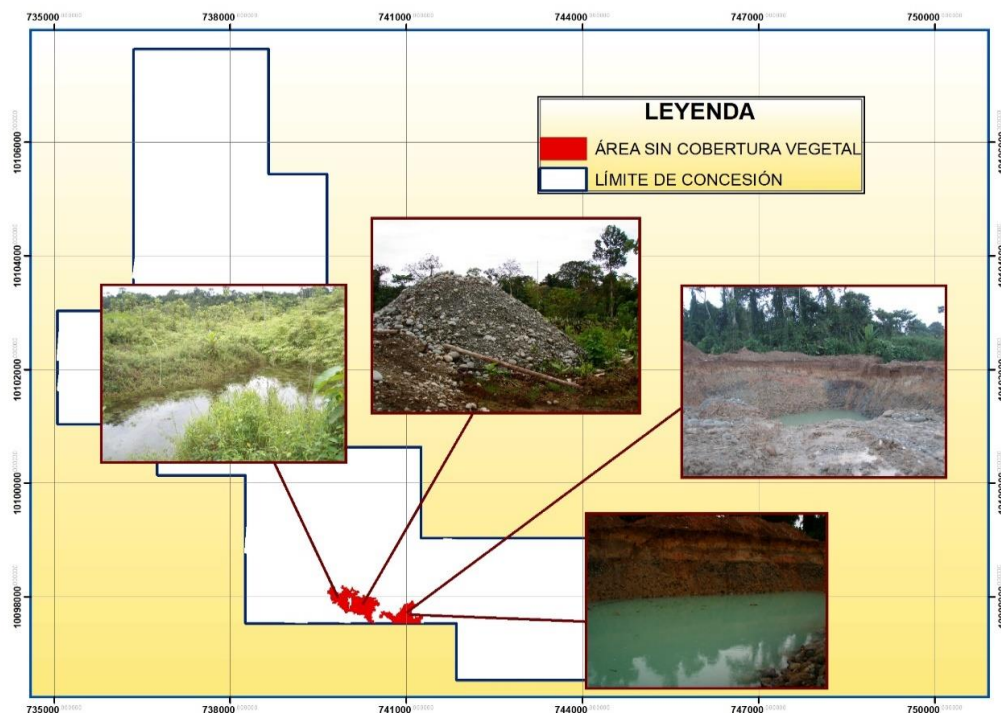


Figura 17. Mapa de residuos minero en el Sector de Angostura

La valoración de pasivos mineros resaltó la presencia de piscinas, escombreras y remoción de grandes volúmenes de tierra en estado crítico por los conflictos ambientales que causan dentro del área. En menor importancia se encontró las rutas

y senderos propios de las actividades extractivas y maquinaria abandonada que resaltan dentro del rango de moderado. En la tabla 22 se resume la situación actual y valoración de importancia de pasivos mineros.

Tabla 22. *Diagnóstico de situación ambiental de zona afectada de Angostura y valoración de pasivos mineros.*

Identificación del área												
Coordenadas WGS 84						Ubicación						
X	741312					Cantón		Eloy Alfaro				
Y	10098371					Sector		Angostura				
Tipo de explotación		Aluvial										
Situación Actual		Abandonada										
Estado del área		No recuperada										
Situación ambiental del área												
Suelo	Permeabilidad		Baja									
	Proceso de remoción del suelo		Alta									
Agua	Afluente cercano		Si									
	Uso del agua		Zonas de producción									
Flora	Tipo de bosque (Zona de Influencia)		Alterado									
	Grado de Intervención sobre la vegetación en zona minera		Alta									
	Uso de suelo en zona intervenida		Residuos mineros									
Tipos de Pasivos mineros												
Residuos Mineros						Presente			Ausente			
Piscinas						X						
Escombrera antitécnica						X						
Derrame de aceite									X			
Infraestructura minera						X						
Remoción del suelo						X						
Rutas y senderos						X						
Valoración de pasivos ambientales												
Pasivo ambiental	NA	MG	EX	D R	RV	RC	PE	TD	TI	PO	IM	Clasificación
Piscina o Relaveras	(-)	8	4	8	8	4	12	2	2	8	76	Crítico
Escombreras	(-)	8	4	8	8	4	12	2	2	8	76	Crítico
Remoción del suelo	(-)	8	4	4	12	4	12	2	2	8	76	Crítico
Infraestructura minera	(-)	2	1	8	1	1	4	1	1	8	32	Moderado
Rutas y senderos	(-)	4	2	8	12	1	4	1	2	4	48	Moderado

4.1.4. Sector Playa de Oro

En el sector de Playa de Oro no existieron trabajos de explotación activos solo se evidenció la presencia de un frente minero abandonado y sin recuperar.

- **Frente de explotación minera abandonado**

El frente de explotación minera fue producto de actividad minera ilegal se encontró abandonado y sin recuperar lo que ha dejado en evidencia el desarrollo de las actividades mineras (Figura 18).



Figura 18. Frente de explotación minera abandonado en el sector de Playa de Oro

El frente minero tiene una extensión afectada de 40,16 hectáreas por el desarrollo de la actividad minera, el bosque fue el más afectado con 19,37 hectáreas, seguido de pastos con 18,44 hectáreas y 2,35 hectáreas de cultivos. El 60% del frente minero se encontró cubierto por residuos mineros y el 40% se representan brotes de vegetación herbácea. Se observó alteración del suelo por la remoción de grandes volúmenes de tierra y uso de maquinaria pesada, lo que ha ocasionado la compactación y baja permeabilidad del suelo. Dentro del frente de explotación abandonado se observó la existencia de un afluente de agua natural de uso para actividades antrópicas económicas como ganadería y agricultura.

En la zona de influencia se encontró pastos, cultivos y mayormente bosques. El grado de afectación por la actividad minera en el frente de explotación es alto por la remoción de volúmenes de tierra y la pérdida de cobertura vegetal total del frente de explotación.

Valoración de pasivos ambientales del frente abandonado en el sector de Playa de Oro

Los principales pasivos existentes dentro del frente minero son: piscinas o relaveras resultado de los cortes mineros que tienen una media aproximada de 25 x 25 metros y 5 de profundidad; escombreras con mezcla de grava aurífera y diferentes arcillas técnicamente no adecuado (Figura 19).

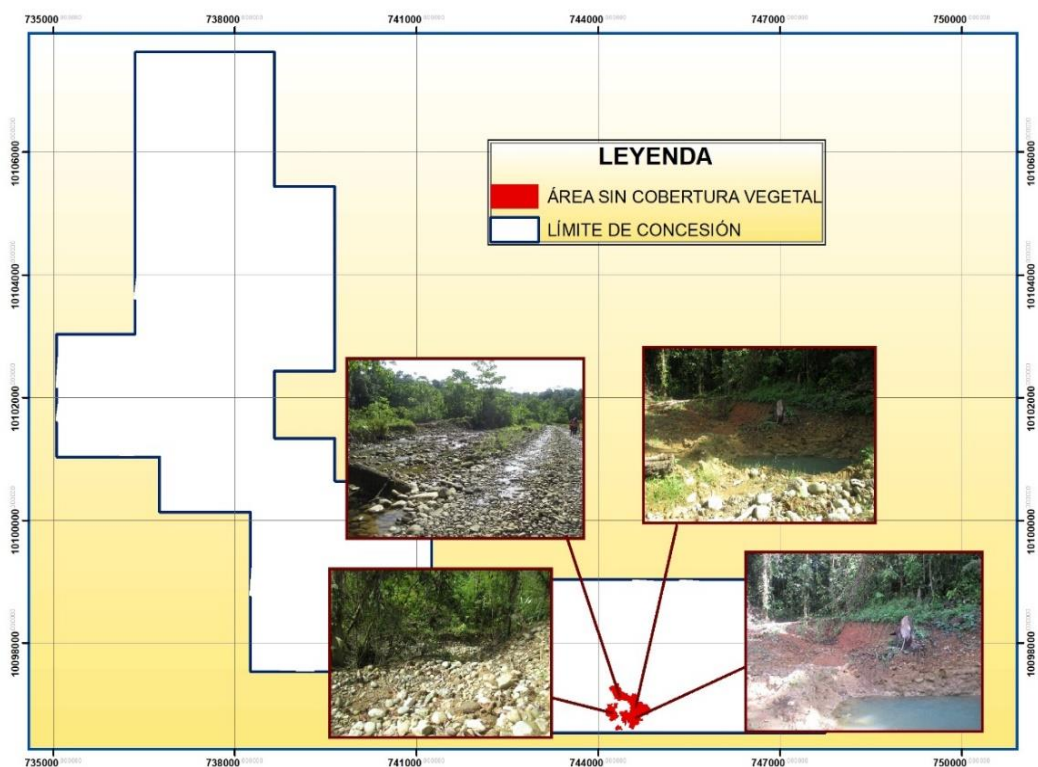


Figura 19. Mapa de residuos minero en el Sector de Playa de Oro

La valoración de pasivos mineros determinó la pérdida de cobertura vegetal, presencia de piscinas, escombreras y remoción de grandes volúmenes de tierra en el rango de crítico por los conflictos ambientales que representan ejerciendo una

influencia negativa para la restauración de la cobertura vegetal. En la tabla 23 se resume la situación ambiental y valoración de importancia de los pasivos mineros.

Tabla 23. *Diagnóstico de situación ambiental de la zona de Selva Alegre y valoración de pasivos mineros.*

Identificación del área												
Coordenadas WGS 84						Ubicación						
X	744301					Cantón		Eloy Alfaro				
Y	10097194					Sector		Playa de Oro				
Tipo de explotación		Aluvial										
Situación Actual		Abandonada										
Estado del área		No recuperada										
Situación ambiental del área												
Suelo	Permeabilidad											Baja
	Proceso de remoción del suelo											Alta
Agua	Afluente cercano											Si
	Uso del agua											Zonas de producción
Flora	Tipo de bosque (Zona de Influencia)											Alterado
	Grado de Intervención sobre la vegetación en zona minera											Alta
	Uso de suelo en zona intervenida											Residuos mineros
Tipos de Pasivos mineros												
Residuos Mineros						Presente			Ausente			
Piscinas						X						
Escombrera antitécnica						X						
Derrame de aceite									X			
Infraestructura minera									X			
Remoción del suelo						X						
Rutas y senderos						X						
Valoración de pasivos ambientales												
Pasivo ambiental	NA	MG	EX	D R	RV	RC	PE	TD	TI	PO	IM	Clasificación
Piscina o Relaveras	(-)	8	4	8	8	4	12	2	2	8	76	Crítico
Escombreras	(-)	8	4	8	8	4	12	2	2	8	76	Crítico
Remoción del suelo	(-)	8	4	4	12	4	12	2	2	8	76	Crítico
Rutas y senderos	(-)	4	2	8	12	1	4	1	2	4	48	Moderado

Los residuos mineros que se registraron en la concesión fueron: escombreras antitécnicas; piscinas resultado de los cortes mineros con una media de 25 x 25 y 5 metros de profundidad; infraestructura propia de las actividades mineras como maquinarias y campamentos, lo que ha causado la pérdida de cobertura vegetal; rutas y senderos propias para la explotación minera y remoción de grandes volúmenes de tierra. Estos residuos mineros han sido frecuentes en la provincia de Esmeraldas. Por tal motivo, un equipo multidisciplinario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE) en conjunto con el Programa de Restauración Ambiental (PRAS) realizaron un informe de Pasivos Socio Ambientales vinculados a la actividad minera aurífera ilegal en Esmeraldas y concuerdan que los principales impactos mineros como son: la desestabilización de terrenos por la remoción de grandes volúmenes de suelos removidos, compactación de suelos por el uso de maquinaria pesada, pérdida de cobertura fértil removida, son causados por el desarrollo de las actividad minera aluvial (PUCESE y PRAS, 2011). De igual manera Meza, (2013) afirma que los diferentes pasivos, son resultado de actividad minera, son: cortes piscinas o relaveras, escombreras antitécnicas y remoción de grandes volúmenes de tierra. Sin embargo, destaca la presencia de vegetación herbácea en zonas afectadas previamente por actividad minera, pero con pasivos mineros y recalcó que la minería ilegal desarrollada por largos años ha dejado visibles impactos como la alteración del recurso suelo y pérdida de cobertura vegetal. En el mismo contexto Kumamoto, (2001) y Cantero, Rhenals, y Moreno, (2015) concuerdan que la minería a cielo abierto bajo la modalidad de terrazas aluviales ha causado la pérdida fértil de suelo por la remoción en masa de la capa orgánica, compactación del suelo por el uso de maquinaria pesada, además destacan la presencia de residuos mineros como escombreras antitécnicas, piscinas o relaveras. La actividad minera debe estar sujeta a mayor control y supervisión técnica con la finalidad de garantizar una justicia social y responsabilidad ambiental en las zonas de influencia.

Del análisis de la valoración de pasivos mineros se determina que los pasivos mineros en estado crítico por la actividad minera son: suelos desnudos sin presencia de cobertura vegetal, presencia de piscinas o relaveras y presencia de escombreras

antitécnicas. En este sentido Delgado y Ramos, (2017) y Sarmiento y Carvajal, (2018) concuerdan que la actividad minera bajo la modalidad terrazas aluviales dentro de la concesión Río Santiago ha causado graves impactos como lo son: la pérdida total de cobertura vegetal, remoción de grandes volúmenes de tierra, presencia de escombreras antitécnicas y piscinas mineras, por tal motivo proponen estrategias para controlar la actividad minera, además de un plan para tratar los pasivos ambientales.

4.2. Impactos de la minería sobre la cobertura vegetal

A continuación, se presenta la precisión de la clasificación supervisada de las imágenes satelitales con las que se obtuvieron los mapas temáticos con los cuales se realizó la evaluación de los impactos de la minería sobre la cobertura vegetal.

Matriz de confusión

La precisión general de la clasificación supervisada fue de 72.11% (Tabla 24). De acuerdo con el índice de kappa la precisión del productor y del usuario fue del 63%, el cual se considera en el rango de BUENO (Tabla 24).

Tabla 24. *Matriz de precisión general de la Clasificación supervisada*

	Cultivos	Pastos	Bosque	Zona minera	Zona Urbana	Cuerpos de agua	Clasificación General	Precisión de Campo
Cultivos	8	1	1	3	2	0	15	53.33%
Pastos	1	20	0	20	1	0	42	47.62%
Bosque	0	1	12	3	0	0	16	75%
Zona minera	0	0	0	66	22	2	90	73.33%
Zona urbana	0	0	0	10	40	2	52	76.92%
Cuerpos de agua	0	0	0	1	0	35	36	97.22%
Verdad general	9	22	13	103	65	39	251	
Exactitud del usuario	88.89%	90.91%	92.31%	64.08%	61.54%	89.74%		
Precisión general	72.11%							
Kappa	0.63%							

4.2.1. Uso del suelo 1998

En el año 1998, en la concesión Río Santiago, predominaba la cobertura boscosa con un total de 2675,84 hectáreas que representaban el 56% de la extensión total; seguida de pastos con 1209,25 hectáreas representando el 25.25%; los cultivos se encontraban presentes con 411,63 hectáreas con el 9% de la extensión total; y por último las zonas de infraestructura y suelos desnudos se encontraban con una extensión de 98,30 hectáreas que representaban el 2% de la extensión total (Figura 20).

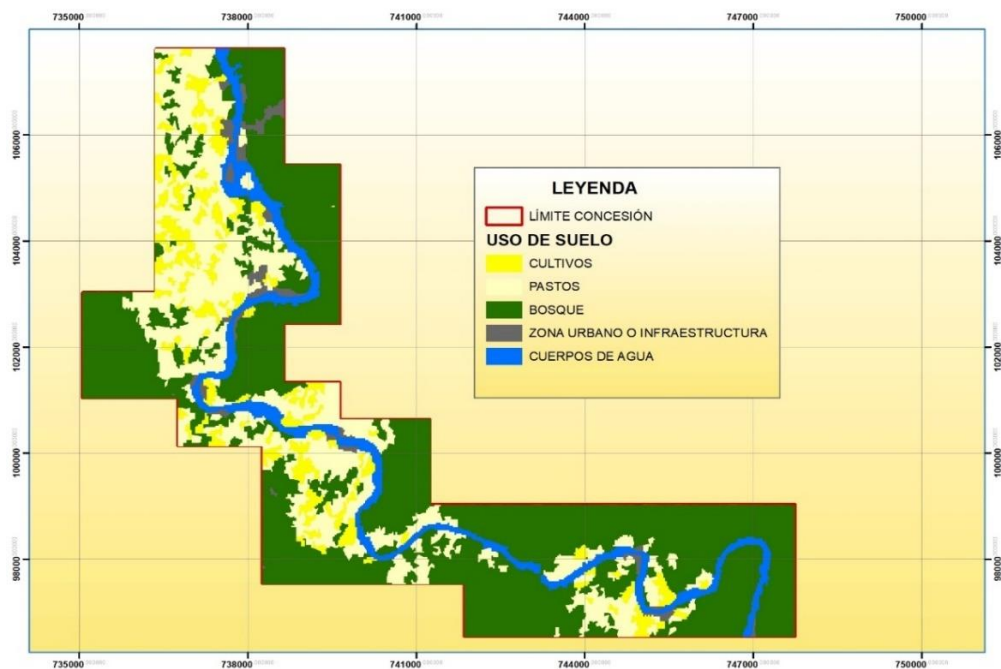


Figura 20. Uso de suelo en la concesión Río Santiago en 1998

4.2.2. Uso del suelo 2017

En el año 2017, predominaba la cobertura boscosa con un total de 2404,04 hectáreas que representó el 52,07% de la extensión total; seguida de pastos con una extensión total 845,66 hectáreas con el 18%; las zonas mineras ya presentes tuvieron una superficie de 559,7 hectáreas que representa el 12% de la extensión total, las cuales se encontraban mayormente cubiertas con pasivos ambientales minero; los cultivos se encontraban presentes con 390,12 hectáreas, representando el 7%; e infraestructura y suelos desnudos ocupaban una superficie de 93,39 hectáreas que representaba el 2% de la extensión total (Figura 21).

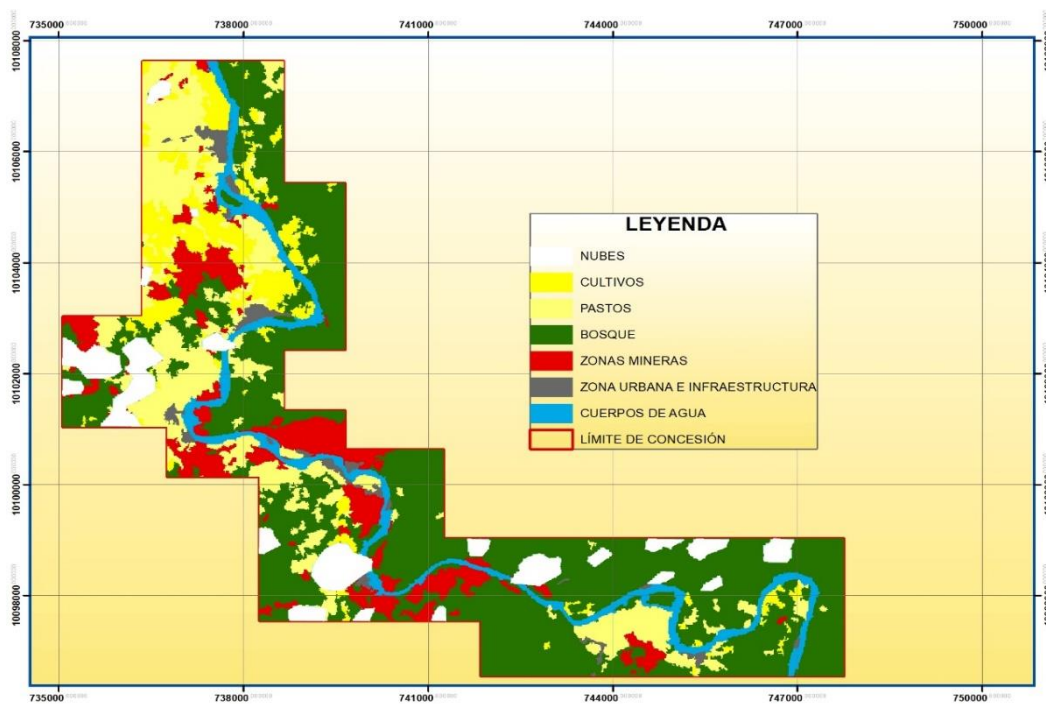


Figura 21. Uso del suelo en de la concesión Río Santiago en 2017

4.2.3. Tipo de cobertura vegetal afectada por actividades mineras.

Las actividades mineras afectaron principalmente a la cobertura pastos con 267,8 hectáreas que representa el 47,85% de las zonas afectadas, seguido de bosque natural con 212,03 hectáreas representando el 37,88 % de zonas intervenidas, por último, los cultivos con 76,35 hectáreas que representa el 13,64 % de las zonas afectadas (Tabla 25).

Tabla 25. Cobertura vegetal afectada

Cobertura vegetal	Superficie pérdida (Ha)	Porcentaje
Pastos	267,8	47,85%
Bosque	212,03	37,88 %
Cultivos	79,87	14,27 %
Total	559,7	100%

La pérdida total de cobertura vegetal dentro de la concesión fue de 559.7 hectáreas. Sin embargo, el sector con mayor afectación fue Picadero – Chanuzal con una

extensión de 233,23 hectáreas y con menor afectación Playa de Oro con 40,16 hectáreas (Tabla 26).

Tabla 26. Cobertura vegetal afectada por sectores dentro de la concesión Río Santiago

Pérdida de Cobertura vegetal por Sector	
Sector Selva Alegre	
Tipo de Cobertura Vegetal	Extensión hectáreas
Pastos	79,52
Cultivos	27,7
Bosque	11,98
Total	119,2
Sector Picadero – Chanuzal	
Tipo de Cobertura Vegetal	Extensión hectáreas
Pastos	105,91
Bosque	91,72
Cultivos	35,60
Total	233,23
Sector Angostura	
Tipo de Cobertura Vegetal	Extensión hectáreas
Bosque	88,96
Pastos	63,93
Cultivos	14,22
Total	167,11
Sector Playa de Oro	
Tipo de Cobertura Vegetal	Extensión hectáreas
Bosque	19,37
Pastos	18,44
Cultivos	2,35
Total	40,16

4.2.4. Deforestación y fragmentación

Existió una reducción del 10,16% de bosque natural con un total de 271,8 hectáreas por diferentes actividades económicas. Sin embargo, únicamente por la actividad minera existió una deforestación total de 212,03 hectáreas que representa el 78% de bosque natural deforestado desde 1998 al 2017, es decir una pérdida media anual del 0,56% que representa 11,16 hectáreas por año. En 1998 habían 35 parches de bosque natural, con un área total de 305,28 hectáreas. La cantidad de parches al 2017 fue de 48 de bosque natural con un área de 372,96 hectáreas. En la figura 22 se observa la fragmentación por actividades mineras dentro de la concesión Río Santiago.



Figura 22. Fragmentación de bosque natural por actividades mineras

El principal impacto de la actividad minera sobre la cobertura vegetal es la deforestación y fragmentación del bosque natural. En la concesión Río Santiago entre 1998 al 2017 la tasa anual de deforestación fue de 11,16 hectáreas de bosque por año, además la existencia de fragmentos de bosque natural resultado de la actividad minera a cielo abierto. De igual manera Ramírez y Ledezma (2007),

realizaron un estudio de los efectos de las actividades socio económicas sobre el bosque del Chocó en Colombia, en el cual afirman que la principal actividad que intervienen en la pérdida de bosque es la actividad minera, especialmente aquella actividad semi industrializada que conlleva al uso de maquinaria pesada y extracción total de la cobertura vegetal. Por otro lado, Montiel y Villarreal (2015), en su análisis multitemporal del impacto generado por la explotación minera en el medio geomorfológico en Venezuela, concuerdan que los efectos de la actividad minera sobre los bosques están relacionados con la deforestados y fragmentado los bosques naturales, lo que ha ocasionado la degradación física del suelo lo que dejó vulnerable la superficie a procesos erosivos tanto eólicos como hídricos. De igual manera Monroy y Armenteras (2016), analizaron el cambio de cobertura del suelo por minería aluvial en el río Nechi, Antioquia y determinaron que el aumento de la actividad minera a lo largo de las principales cuencas hidrográficas causó la fragmentación y concluyen que los bosques están siendo sustituidos por el incremento importante de las actividades mineras. Por otro lado, Pomar y Solano (2016), realizaron un análisis multitemporal y multiespectral para la elaboración de mapa de conflicto de uso del suelo por actividades mineras en la Vereda Canavita del Municipio de Tocancipá (Cundinamarca), Colombia y determinaron que la principal afectación es la desaparición de vegetación y degradación del paisaje con una pérdida de 84,83 hectáreas bosque entre 1995 al 2015 por el desarrollo de actividad minera. En este sentido trabajos realizados por Meza, (2013) y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Programa de Restauración Ambiental concuerdan que una de las principales causas en la deforestación y fragmentación de bosques naturales en la provincia de Esmeraldas es por causa de la actividad minera bajo la modalidad de terrazas aluviales. Por tal motivo, Quesada, (2015) concluye que en la actualidad la minería es apreciada como una de las actividades que más amenaza los bosques húmedos y tropicales. En el caso que la actividad minera se expanda y siga en aumento una minería irresponsable sin criterio técnico ni supervisión técnicas, sumando la falta de control, causará la pérdida total del bosque natural, comprometiendo la riqueza biológica.

El sector de Picadero – Chanuzal fue el más afectado por el desarrollo de la actividad minera con una extensión de 233,23 hectáreas seguido del sector de Angostura con una extensión de 167,11 hectáreas. El sector con menor afectación es Playa de Oro con 40,16 hectáreas. Por tal motivo, el 51 % de la zona de bosque natural presente en la concesión Río Santiago se encontró en el sector de Playa de Oro. En este sentido, Delgado y Ramos, (2017) realizaron un análisis de los impactos ambientales y socioeconómico de las actividades mineras entre las comunas de Angostura y Playa de Oro y determinaron que en la comuna de Playa de Oro la actividad minera no era la mejor alternativa económica ya que en la comuna de Playa destaca el ecoturismo como principal alternativa económica. Al contrario, con otras comunas, Playa de Oro contaban con mejor calidad de vida, acceso a servicios básicos y mejor nivel de educación y sobre todo manteniendo un equilibrio entre la comunidad y el medio natural por su dedicación al ecoturismo que resulta una actividad viable para el cuidado del medio ambiente y garantizando un beneficio económico para las comunidades ya sea directo o indirectamente. La explotación minera no es una actividad económica que genere grandes ingresos económicos ni garanticen un desarrollo económico o mejoren la calidad de vida. Al contrario, ocasiona conflictos sociales y ambientales impidiendo el desarrollo de las comunas.

4.3. Recuperación de las áreas intervenidas por la actividad minera



**CONCESIÓN “RÍO SANTIAGO”, CANTÓN ELOY ALFARO,
PROVINCIA DE ESMERALDAS.**

Elaboración:

García Pinargote Jefferson Alberto

Ibarra, Ecuador

2019

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los ecosistemas naturales pierden características físicas y biológicas, debido a la alteración del medio ambiente ocasionado por diferentes intereses económicos de grupos sociales que tienen como finalidad obtener beneficios monetarios ya sea por el aprovechamiento de recursos naturales renovables y no renovables (Ministerio de Coordinación de Seguridad, 2011). Sin embargo, los ecosistemas tienden a autogenerarse por un proceso natural conocido como sucesión ecológica, pero en espacios naturales gravemente afectados la regeneración natural es lenta y en muchas ocasiones no existe (Meza, 2013).

En los cantones San Lorenzo y Eloy Alfaro el uso de suelo corresponde a zonas de producción agrícola y ganadera. Sin embargo, el principal problema es la existencia de grandes extensiones dedicadas a actividades mineras (PUCESE y PRAS, 2011). Los principales impactos que causa la actividad minera es la afectación sobre la cobertura vegetal, remoción en masa del suelo, alteración del recurso hídrico, entre otros conflictos socioambientales. El principal problema de la actividad minera bajo la modalidad de terrazas aluviales es la presencia de extensas zonas sin recuperar y con presencia de residuos mineros e infraestructura minera (Meza, 2013).

De acuerdo con los resultados de este estudio, los cuales evidencian importantes impactos de las actividades mineras sobre los bosques naturales durante un periodo de 19 años, se propone el siguiente plan para recuperar los frentes mineros con presencia de pasivos. Este plan tiene como finalidad recuperar la funcionalidad ecosistémica de los bosques naturales se compone dos etapas, las cuales son: 1) recuperación y tratamiento de residuos mineros, y 2) restauración ecológica.

DESARROLLO

A continuación, se presenta la propuesta de recuperación y restauración ecológica de los frentes mineros Selva Alegre, Picadero – Chanuzal, Angostura y Playa de Oro.

4.3.1. Sector Selva Alegre

El frente minero se encuentra en el sector de Selva Alegre cantón de Eloy Alfaro, la zona afectada es producto de minería aluvial bajo el sistema de terrazas aluviales, se encuentra abandonada y no recuperada. El sector de Selva Alegre tiene una afectación de 119,2 hectáreas. Sin embargo, la extensión propuesta a recuperar y restaurar es de 71,37 hectáreas que representa el 59,8% del sector afectado. El frente minero se encuentra cubierto por residuos mineros (Figura 23).

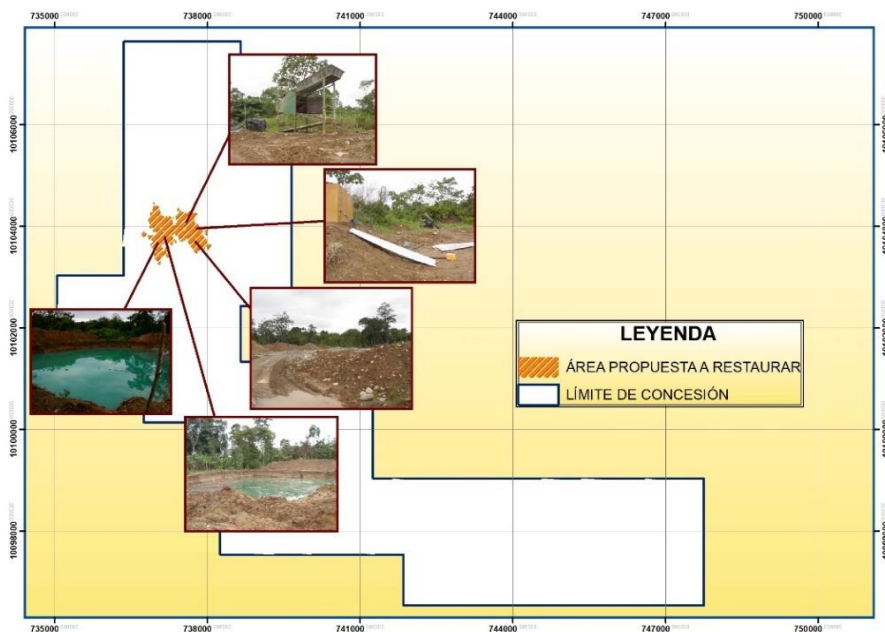


Figura 23. Frente minero abandonado propuesto a recuperar y restaurar Selva Alegre

El desarrollo de las actividades mineras bajo la modalidad de terrazas aluviales ha ocasionado graves alteraciones ambientales y presencia de pasivos mineros que ocasionan conflictos sociales y ambientales. Por tal motivo, se proponen: 1) estrategias y acciones encaminadas a la recuperación de frentes mineros abandonados y 2) acciones encaminadas a aplicar una restauración ecológica (Tabla 27).

Tabla 27. Propuesta de restauración Sector Selva Alegre

1. Etapa de Recuperación y tratamiento de frentes mineros	
Objetivo:	<ul style="list-style-type: none"> Recuperar las zonas intervenidas con presencia de pasivos mineros Eliminar las barreras para restaurar las áreas intervenidas
Tipo de medida:	Mitigación y recuperación
Sector:	Selva Alegre
Extensión total del sector:	119,2 hectáreas
Extensión propuesta:	71,37 hectáreas (59.8 % del área total de sector afectada)
Descripción y tratamiento de pasivos mineros presentes en el frente de explotación minera	
Descripción del pasivo minero	Tratamiento del pasivo minero
<p>Piscinas o relaveras: se encuentran con aguas estancadas y retenidas caracterizadas por abundante presencia de materia orgánica en estado de descomposición y en casos con presencia de sales, la dimensión varía de acuerdo con el corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Inventario, registro y georreferenciación de piscinas o Relaveras Caracterización física química de piscinas. Estabilización del recurso hídrico de ser necesario se realizará por medio de técnicas de fitorremediación utilizando especies acuáticas especializadas como son: lenteja de Agua (<i>Lemma minor</i>); Jacinto de agua (<i>Eichornia crassipes</i>); Elodea (<i>Elodea densa</i>) Dirigir las aguas estancadas (tratadas) a una fuente natural Relleno y estabilización de cortes mineros con material recuperados de acuerdo a la composición edáfica de la región Mejorar la calidad del suelo con la adición de suelo fértil
<p>Escombreras: están compuestas por las diferentes capas de suelo retiradas de forma antitécnica por la mezcla de los diferentes tipos de estratos, generalmente las escombreras están ubicadas alrededor de las piscinas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Inventario, registro y georreferenciación de escombreras Análisis de composición Caracterización de escombreras Separación de grava aurífera con arcillas Almacenamiento de gravas y arcillas temporalmente y sistemáticamente por separado Utilización de material clasificado en cortes mineros
<p>Remoción del suelo: La remoción del suelo hasta llegar al material requerido en este caso la grava aurífera conlleva la remoción de grandes volúmenes de tierra y esto con la mala clasificación de los diferentes estratos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de remoción del suelo Mejorar la calidad del suelo con adición de suelo fértil y abonos orgánicos
<p>Infraestructura minera: La extracción aluvial tiende a utilizar maquinaria específica para el desarrollo de la actividad en ocasiones estas maquinarias son abandonadas ocupando espacio considerable y dejando en evidencia que la actividad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Inventario, registro y georreferenciación de infraestructura minera Clasificación de Infraestructura Desmantelamiento de infraestructura fijas y móviles con medidas de seguridad

2. Etapa de Restauración Ecológica

- Objetivo
- Recuperar la diversidad de especies (flora y fauna) del ecosistema, así como su estabilidad y resiliencia.
 - Reintegrar la funcionalidad de ecosistemas deforestados y fragmentados por el desarrollo de las actividades mineras.
 - Recuperar especies vegetales que se encuentran en peligro de extinción.

Descripción del tipo de restauración

Las diferentes actividades mineras que se desarrollan dentro de la concesión deforestan y fragmentan los bosques, lo que ha dejado parches o relictos de bosque, en tal caso la restauración ecológica a nivel de paisaje tiene como finalidad de reintegrar funcionalidad a los ecosistemas fragmentados y deforestados por medio del manejo integral de sus funciones y reposición de los servicios del ecosistema que implica la regulación de recursos hídricos, el almacenamiento de carbono y otros factores.

Participación comunitaria

La restauración ecológica debe garantizar la participación comunitaria, la cual estará dirigida a las comunidades de Timbire y Selva Alegre quienes son los beneficiados directos e indirectos. Se realizarán reuniones de trabajo con responsables del proceso de restauración que prevé realizar las siguientes actividades.

- Socialización del plan de actividades
- Actividades de vinculación del proyecto en su etapa de restauración ecológica.
- Garantizar beneficios económicos, sociales y ambientales del proyecto
- Implementar un sistema de monitoreo por medio de grupos de trabajo
- Implementar viveros comunitarios con especies propuestas

Especies sugeridas para la restauración

En función de lo establecido, las especies vegetales sugeridas para el proceso de restauración ecológica cumplen con los criterios propuestos.

- Tangare (*Carapa magistocarpa*)
- Caoba (*Caryodaphnopsis theobromofolia*)
- Cucharillo (*Magnolia dixonii*)
- Cuero de sapo (*Parinari romeroi*)
- Cuángare (*Otoba gracilipes*)
- Dormilón (*Cajoba arborea*)
- Chanul (*Humiriastrum procerum*)

Monitoreo

En el proceso de restauración ecológica existirán varios actores o involucrados en la restauración ecológica desde los propietarios, operarios mineros, comuneros y autoridades estatales, los cuales serán los encargados y responsables del seguimiento y monitoreo de las acciones y estrategias implementadas durante el proceso de restauración ecológica, por medio de responsabilidad compartida.

Descripción detallada de los responsables de control y seguimiento.

Para el cumplimiento de las estrategias propuestas en el plan de recuperación de zonas afectadas por la actividad minera. La responsabilidad del control y seguimiento se caracteriza por tener una responsabilidad compartida entre los diferentes actores.

- **Seguimiento y monitoreo interno:** El titular minero tiene la obligación de realizar un seguimiento técnico y ambiental de las zonas recuperadas por medio de técnicos capacitados para verificar el cumplimiento del plan de cierre, abandono y zonas recuperadas.
- **Vigilancia propietaria y operario minero:** el dueño del terreno, así como el operario minero tienen la obligación de vigilar y garantizar el estado actual de las zonas recuperadas y reportar cualquier situación no planificada.
- **Vigilancia comunitaria:** la comunidad como beneficiada indirecta por la recuperación de zonas abandonadas están en la obligación de vigilar y realizar un seguimiento a plan de recuperación y reportar en caso de ser cumplido o se interrumpiere por cualquier situación ajena al proyecto.
- **Control Ambiental o Seguimiento realizado por la Autoridad Ambiental:** las entidades responsables de verificar, vigilar y controlar deberán garantizar el cumplimiento y realizar un seguimiento continuo al cumplimiento del proyecto de recuperación.

Potencial de regeneración

Para evaluar el potencial de regeneración de los ecosistemas afectados, se realizará mediante los siguientes indicadores:

Calidad del suelo: evaluar la calidad de suelo en las zonas afectadas para determinar la calidad y viabilidad para una regeneración natural y mantenimiento en una restauración asistida.

- Análisis de erosión del suelo
- Disponibilidad de nutrientes

Presencia de propagadores: evaluar la presencia o ausencia de especies animales que ayuden mediante la propagación de semillas en los frentes abandonados.

- Colocación de perchas
- Análisis de heces animales
- Presencia/ausencia de propagadores silvestre
- Banco de semillas

Evaluar sucesión ecológica de frentes mineros abandonados: realizar inventario de especies presentes en las áreas intervenidas y determinar especies nativas de la región.

- Determinar el estado de sucesión
- Determinar especies pioneras

Vigilancia y control de actividades mineras

- **Puntos de Control:** consiste en la implementación de puntos de control fijos de la policía nacional y militares con la finalidad de controlar el ingreso de maquinaria pesada con fines de actividades mineras.
 - **Monitoreo espacial:** consiste en la implementación de un sistema de monitoreo espacial con imágenes satelitales de alta resolución en sectores críticos y estratégicos por medio convenio entre instituciones estatales que realicen un seguimiento continuo y sistemático.
-

4.3.2. Sector Picadero - Chanuzal

El frente minero se encuentra en el sector de Picadero-Chanuzal cantón de Eloy Alfaro, la zona afectada es producto de minería aluvial bajo el sistema de terrazas aluviales, se encuentra abandonada y no recuperada. El sector de Picadero-Chanuzal tiene una afectación de 233,23 hectáreas. Sin embargo, la extensión propuesta a recuperar y restaurar es de 56,79 hectáreas que representa el 24,34% del sector afectado. El frente minero se encuentra cubierto por residuos mineros (Figura 24).

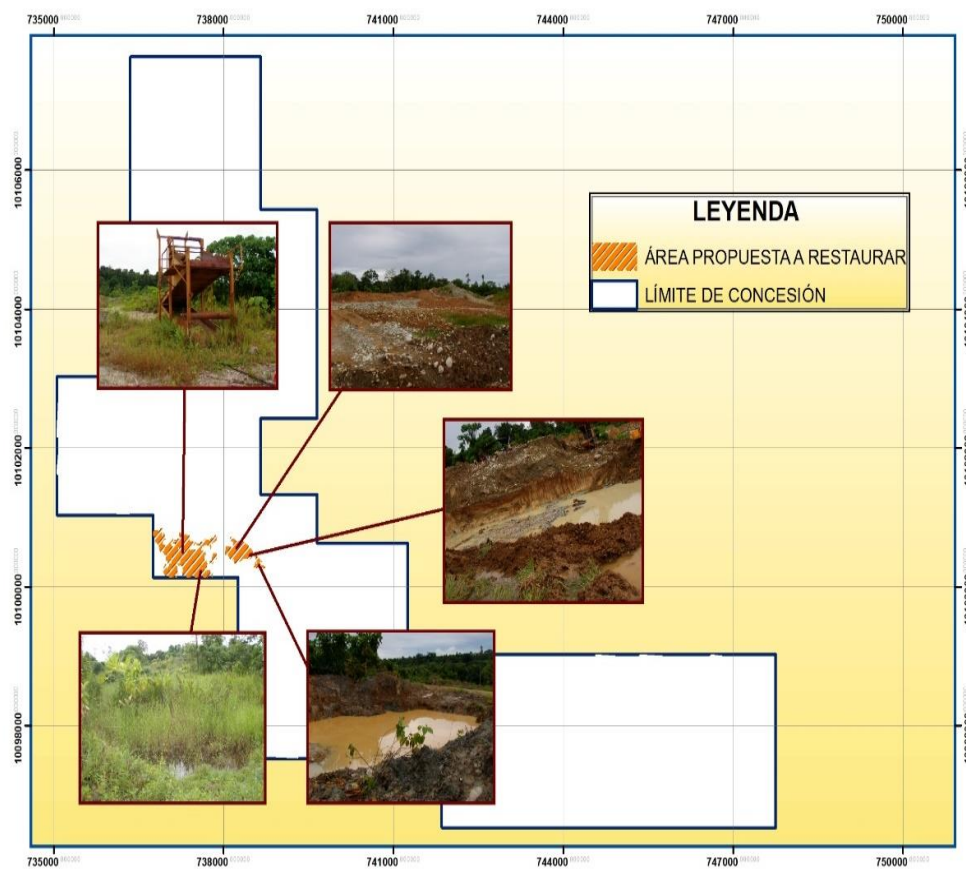


Figura 24. Frente minero abandonado propuesto a recuperar y restaurar Picadero - Chanuzal

El desarrollo de las actividades mineras bajo la modalidad de terrazas aluviales ha ocasionado graves alteraciones ambientales y presencia de pasivos mineros que ocasionan conflictos sociales y ambientales. Por tal motivo, se proponen: 1) estrategias y acciones encaminadas a la recuperación de frentes mineros abandonados y 2) acciones encaminadas a aplicar una restauración ecológica (Tabla 28).

Tabla 28. Propuesta de restauración Sector Picadero - Chanuzal

1. Etapa de Recuperación y tratamiento de frentes mineros	
Objetivo:	<ul style="list-style-type: none"> Recuperar las zonas intervenidas con presencia de pasivos mineros Eliminar las barreras para restaurar las áreas intervenidas
Tipo de medida:	Mitigación y recuperación
Sector:	Picadero – Chanuzal
Extensión total del sector:	233,24 hectáreas
Extensión propuesta a restaurar:	56,79 hectáreas (24.34 % del área total de sector afectada)
Descripción y tratamiento de pasivos mineros presentes en el frente de explotación minera	
Descripción del pasivo minero	Tratamiento del pasivo minero
<p>Piscinas o relaveras: se encuentran con aguas estancadas y retenidas caracterizadas por abundante presencia de materia orgánica en estado de descomposición y en casos con presencia de sales, la dimensión varía de acuerdo con el corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Inventario, registro y georreferenciación de piscinas o Relaveras Caracterización física química de piscinas. Estabilización del recurso hídrico de ser necesario se realizará por medio de técnicas de fitorremediación utilizando especies acuáticas especializadas como son: lenteja de Agua (<i>Lemma minor</i>); Jacinto de agua (<i>Eichornia crassipes</i>); Elodea (<i>Elodea densa</i>) Dirigir las aguas estancadas (tratadas) a una fuente natural Relleno y estabilización de cortes mineros con material recuperados de acuerdo a la composición edáfica de la región Mejorar la calidad del suelo con la adición de suelo fértil
<p>Escombreras: están compuestas por las diferentes capas de suelo retiradas de forma antitécnica por la mezcla de los diferentes tipos de estratos, generalmente las escombreras están ubicadas alrededor de las piscinas</p>	<ul style="list-style-type: none"> Inventario, registro y georreferenciación de escombreras Análisis de composición Caracterización de escombreras Separación de grava aurífera con arcillas Almacenamiento de gravas y arcillas temporalmente y sistemáticamente por separado Utilización de material clasificado en cortes mineros
<p>Remoción del suelo: La remoción del suelo hasta llegar al material requerido en este caso la grava aurífera conlleva la remoción de grandes volúmenes de tierra y esto con la mala clasificación de los diferentes estratos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de remoción del suelo Mejorar la calidad del suelo con adición de suelo fértil y abonos orgánicos
<p>Infraestructura minera: La extracción aluvial tiende a utilizar maquinaria específica para el desarrollo de la actividad en ocasiones estas maquinarias son abandonadas ocupando espacio considerable y dejando en evidencia que la actividad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Inventario, registro y georreferenciación de infraestructura minera Clasificación de Infraestructura Desmantelamiento de infraestructura fijas y móviles con medidas de seguridad

2. Etapa de Restauración Ecológica

- Objetivo
- Recuperar la diversidad de especies (flora y fauna) del ecosistema, así como su estabilidad y resiliencia.
 - Reintegrar la funcionalidad de ecosistemas deforestados y fragmentados por el desarrollo de las actividades mineras.
 - Recuperar especies vegetales que se encuentran en peligro de extinción.
-

Descripción del tipo de restauración

Las diferentes actividades mineras que se desarrollan dentro de la concesión deforestan y fragmentan los bosques, lo que ha dejado parches o relictos de bosque, en tal caso la restauración ecológica a nivel de paisaje tiene como finalidad de reintegrar funcionalidad a los ecosistemas fragmentados y deforestados por medio del manejo integral de sus funciones y reposición de los servicios del ecosistema que implica la regulación de recursos hídricos, el almacenamiento de carbono y otros factores.

Participación comunitaria

La restauración ecológica debe garantizar la participación comunitaria, la cual estará dirigida a las comunidades de Picadero- Chanuzal quienes son los beneficiados directos e indirectos. Se realizarán reuniones de trabajo con responsables del proceso de restauración que prevé realizar las siguientes actividades.

- Socialización del plan de actividades
 - Actividades de vinculación del proyecto en su etapa de restauración ecológica.
 - Garantizar beneficios económicos, sociales y ambientales del proyecto
 - Implementar un sistema de monitoreo por medio de grupos de trabajo
 - Implementar viveros comunitarios con especies propuestas
-

Especies sugeridas para la restauración

En función de lo establecido, las especies vegetales sugeridas para el proceso de restauración ecológica cumplen con los criterios propuestos.

- Tangare (*Carapa magistocarpa*)
 - Caoba (*Caryodaphnopsis theobromofolia*)
 - Cucharillo (*Magnolia dixonii*)
 - Cuero de sapo (*Parinari romeroi*)
 - Cuángare (*Otoba gracilipes*)
 - Dormilón (*Cajoba arborea*)
 - Chanul (*Humiriastrum procerum*)
-

Monitoreo

En el proceso de restauración ecológica existirán varios actores o involucrados en la restauración ecológica desde los propietarios, operarios mineros, comuneros y autoridades estatales, los cuales serán los encargados y responsables del seguimiento y monitoreo de las acciones y estrategias implementadas durante el proceso de restauración ecológica, por medio de responsabilidad compartida.

Descripción detallada de los responsables de control y seguimiento.

Para el cumplimiento de las estrategias propuestas en el plan de recuperación de zonas afectadas por la actividad minera. La responsabilidad del control y seguimiento se caracteriza por tener una responsabilidad compartida entre los diferentes actores.

-
- **Seguimiento y monitoreo interno:** El titular minero tiene la obligación de realizar un seguimiento técnico y ambiental de las zonas recuperadas por medio de técnicos capacitados para verificar el cumplimiento del plan de cierre, abandono y zonas recuperadas.
 - **Vigilancia propietaria y operario minero:** el dueño del terreno, así como el operario minero tienen la obligación de vigilar y garantizar el estado actual de las zonas recuperadas y reportar cualquier situación no planificada.
 - **Vigilancia comunitaria:** la comunidad como beneficiada indirecta por la recuperación de zonas abandonadas están en la obligación de vigilar y realizar un seguimiento a plan de recuperación y reportar en caso de ser cumplido o se interrumpiere por cualquier situación ajena al proyecto.
 - **Control Ambiental o Seguimiento realizado por la Autoridad Ambiental:** las entidades responsables de verificar, vigilar y controlar deberán garantizar el cumplimiento y realizar un seguimiento continuo al cumplimiento del proyecto de recuperación.

Potencial de regeneración

Para evaluar el potencial de regeneración de los ecosistemas afectados, se realizará mediante los siguientes indicadores:

Calidad del suelo: evaluar la calidad de suelo en las zonas afectadas para determinar la calidad y viabilidad para una regeneración natural y mantenimiento en una restauración asistida.

- Análisis de erosión del suelo
- Disponibilidad de nutrientes

Presencia de propagadores: evaluar la presencia o ausencia de especies animales que ayuden mediante la propagación de semillas en los frentes abandonados.

- Colocación de perchas
- Análisis de heces animales
- Presencia/ausencia de propagadores silvestre
- Banco de semillas

Evaluar sucesión ecológica de frentes mineros abandonados: realizar inventario de especies presentes en las áreas intervenidas y determinar especies nativas de la región.

- Determinar el estado de sucesión
- Determinar especies pioneras

Vigilancia y control de actividades mineras

- **Puntos de Control:** consiste en la implementación de puntos de control fijos de la policía nacional y militares con la finalidad de controlar el ingreso de maquinaria pesada con fines de actividades mineras.
 - **Monitoreo espacial:** consiste en la implementación de un sistema de monitoreo espacial con imágenes satelitales de alta resolución en sectores críticos y estratégicos por medio convenio entre instituciones estatales que realicen un seguimiento continuo y sistemático.
-

4.3.3. Sector Angostura

El frente minero se encuentra en el sector de Angostura cantón de Eloy Alfaro, la zona afectada es producto de minería aluvial bajo el sistema de terrazas aluviales, se encuentra abandonada y no recuperada. El sector de Angostura tiene una afectación de 167,11 hectáreas. Sin embargo, la extensión propuesta a recuperar y restaurar es de 37,74 hectáreas que representa el 22,6% del sector afectado. El frente minero se encuentra cubierto por residuos mineros (Figura 25).

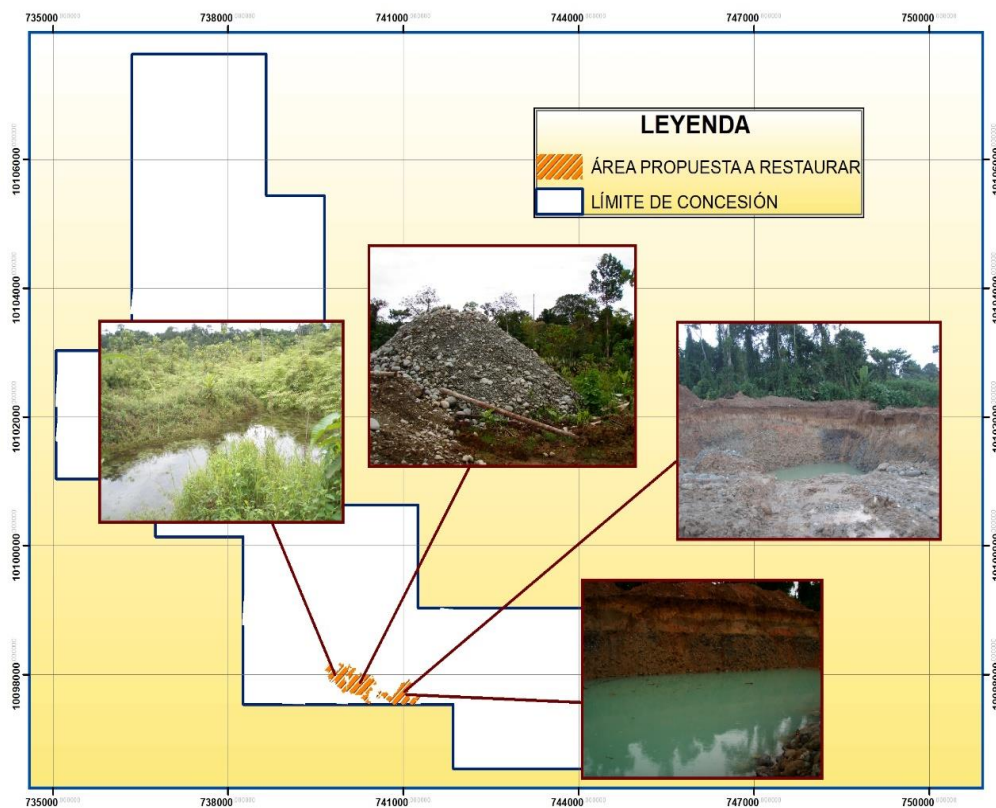


Figura 25. Frente minero abandonado propuesto a recuperar y restaurar Angostura

El desarrollo de las actividades mineras bajo la modalidad de terrazas aluviales ha ocasionado graves alteraciones ambientales y presencia de pasivos mineros que ocasionan conflictos sociales y ambientales. Por tal motivo, se proponen: 1) estrategias y acciones encaminadas a la recuperación de frentes mineros abandonados y 2) acciones encaminadas a aplicar una restauración ecológica (Tabla 29).

Tabla 29. Propuesta de restauración Sector Angostura

1. Etapa de Recuperación y tratamiento de frentes mineros	
Objetivo	5. Recuperar las zonas intervenidas con presencia de pasivos mineros 6. Eliminar las barreras para restaurar las áreas intervenidas
Tipo de medida:	Mitigación y recuperación
Sector:	Angostura
Extensión total del sector:	167,13 hectáreas
Extensión propuesta a restaurar:	37,74 hectáreas (22,6% del área total del sector afectada)

Descripción y tratamiento de pasivos mineros presentes en el frente de explotación minera

Descripción del pasivo minero	Tratamiento del pasivo minero
<p>Piscinas o relaveras: Afecta al suelo agua y paisaje al encontrar aguas estancadas y retenidas caracterizadas por abundante presencia de materia orgánica en estado de descomposición y en casos con presencia de sales, la dimensión varía de acuerdo con el corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario, registro y georreferenciación de piscinas o Relaveras • Caracterización física química de piscinas. • Estabilización del recurso hídrico de ser necesario se realizará por medio de técnicas de fitorremediación utilizando especies acuáticas especializadas como son: lenteja de Agua (<i>Lemma minor</i>); Jacinto de agua (<i>Eichornia crassipes</i>); Elodea (<i>Elodea densa</i>) • Dirigir las aguas estancadas (tratadas) a una fuente natural • Relleno y estabilización de cortes mineros con material recuperados de acuerdo a la composición edáfica de la región • Mejorar la calidad del suelo con la adición de suelo fértil
<p>Escombrera: están compuestas por las diferentes capas de suelo retiradas de forma antitécnica por la mezcla de los diferentes tipos de estratos, generalmente las escombreras están ubicadas alrededor de las piscinas ocasionando la retención de mayor volumen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario, registro y georreferenciación de escombreras • Análisis de composición • Caracterización de escombreras • Separación de grava aurífera con arcillas • Almacenamiento de gravas y arcillas temporalmente y sistemáticamente por separado • Utilización de material clasificado en cortes mineros
<p>Remoción del suelo: La remoción del suelo hasta llegar al material requerido en este caso la grava aurífera conlleva la remoción de grandes volúmenes de tierra y esto con la mala clasificación de los diferentes estratos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de remoción del suelo • Mejorar la calidad del suelo con adición de suelo fértil y abonos orgánicos
<p>Infraestructura minera: La extracción aluvial tiende a utilizar maquinaria específica para el desarrollo de la actividad en ocasiones estas maquinarias son abandonadas ocupando espacio considerable y dejando en evidencia que la actividad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario, registro y georreferenciación de infraestructura minera • Clasificación de Infraestructura • Desmantelamiento de infraestructura fijas y móviles con medidas de seguridad

2. Etapa de Restauración Ecológica

- Objetivo
- Recuperar la diversidad de especies (flora y fauna) del ecosistema, así como su estabilidad y resiliencia.
 - Reintegrar la funcionalidad de ecosistemas deforestados y fragmentados por el desarrollo de las actividades mineras.
 - Recuperar especies vegetales que se encuentran en peligro de extinción.
-

Descripción del tipo de restauración

Las diferentes actividades mineras que se desarrollan dentro de la concesión deforestan y fragmentan los bosques, lo que ha dejado parches o relictos de bosque, en tal caso la restauración ecológica a nivel de paisaje tiene como finalidad de reintegrar funcionalidad a los ecosistemas fragmentados y deforestados por medio del manejo integral de sus funciones y reposición de los servicios del ecosistema que implica la regulación de recursos hídricos, el almacenamiento de carbono y otros factores.

Participación comunitaria

La restauración ecológica debe garantizar la participación comunitaria, la cual estará dirigida a la comunidad de Angostura quienes son los beneficiados directos e indirectos. Se realizarán reuniones de trabajo con responsables del proceso de restauración que prevé realizar las siguientes actividades.

- Socialización del plan de actividades
 - Actividades de vinculación del proyecto en su etapa de restauración ecológica.
 - Garantizar beneficios económicos, sociales y ambientales del proyecto
 - Implementar un sistema de monitoreo por medio de grupos de trabajo
 - Implementar viveros comunitarios con especies propuestas
-

Especies sugeridas para la restauración

En función de lo establecido, las especies vegetales sugeridas para el proceso de restauración ecológica cumplen con los criterios propuestos.

- Tangare (*Carapa magistocarpa*)
 - Caoba (*Caryodaphnopsis theobromofolia*)
 - Cucharillo (*Magnolia dixonii*)
 - Cuero de sapo (*Parinari romeroi*)
 - Cuángare (*Otoba gracilipes*)
 - Dormilón (*Cajoba arborea*)
 - Chanul (*Humiriastrum procerum*)
-

Monitoreo

En el proceso de restauración ecológica existirán varios actores o involucrados en la restauración ecológica desde los propietarios, operarios mineros, comuneros y autoridades estatales, los cuales serán los encargados y responsables del seguimiento y monitoreo de las acciones y estrategias implementadas durante el proceso de restauración ecológica, por medio de responsabilidad compartida.

Descripción detallada de los responsables de control y seguimiento.

Para el cumplimiento de las estrategias propuestas en el plan de recuperación de zonas afectadas por la actividad minera. La responsabilidad del control y seguimiento se caracteriza por tener una responsabilidad compartida entre los diferentes actores.

-
- **Seguimiento y monitoreo interno:** El titular minero tiene la obligación de realizar un seguimiento técnico y ambiental de las zonas recuperadas por medio de técnicos capacitados para verificar el cumplimiento del plan de cierre, abandono y zonas recuperadas.
 - **Vigilancia propietaria y operario minero:** el dueño del terreno, así como el operario minero tienen la obligación de vigilar y garantizar el estado actual de las zonas recuperadas y reportar cualquier situación no planificada.
 - **Vigilancia comunitaria:** la comunidad como beneficiada indirecta por la recuperación de zonas abandonadas están en la obligación de vigilar y realizar un seguimiento a plan de recuperación y reportar en caso de ser cumplido o se interrumpiere por cualquier situación ajena al proyecto.
 - **Control Ambiental o Seguimiento realizado por la Autoridad Ambiental:** las entidades responsables de verificar, vigilar y controlar deberán garantizar el cumplimiento y realizar un seguimiento continuo al cumplimiento del proyecto de recuperación.

Potencial de regeneración

Para evaluar el potencial de regeneración de los ecosistemas afectados, se realizará mediante los siguientes indicadores:

Calidad del suelo: evaluar la calidad de suelo en las zonas afectadas para determinar la calidad y viabilidad para una regeneración natural y mantenimiento en una restauración asistida.

- Análisis de erosión del suelo
- Disponibilidad de nutrientes

Presencia de propagadores: evaluar la presencia o ausencia de especies animales que ayuden mediante la propagación de semillas en los frentes abandonados.

- Colocación de perchas
- Análisis de heces animales
- Presencia/ausencia de propagadores silvestre
- Banco de semillas

Evaluar sucesión ecológica de frentes mineros abandonados: realizar inventario de especies presentes en las áreas intervenidas y determinar especies nativas de la región.

- Determinar el estado de sucesión
- Determinar especies pioneras

Vigilancia y control de actividades mineras

- **Puntos de Control:** consiste en la implementación de puntos de control fijos de la policía nacional y militares con la finalidad de controlar el ingreso de maquinaria pesada con fines de actividades mineras.
 - **Monitoreo espacial:** consiste en la implementación de un sistema de monitoreo espacial con imágenes satelitales de alta resolución en sectores críticos y estratégicos por medio convenio entre instituciones estatales que realicen un seguimiento continuo y sistemático.
-

4.3.4. Sector Playa de Oro

El frente minero se encuentra en el sector de Playa de Oro cantón de Eloy Alfaro, la zona afectada es producto de minería aluvial bajo el sistema de terrazas aluviales, se encuentra abandonada y no recuperada. El sector de Playa de Oro tiene una afectación de 40,16 hectáreas, extensión propuesta a recuperar y restaurar. El frente minero se encontró cubierto por residuos mineros (Figura 26).

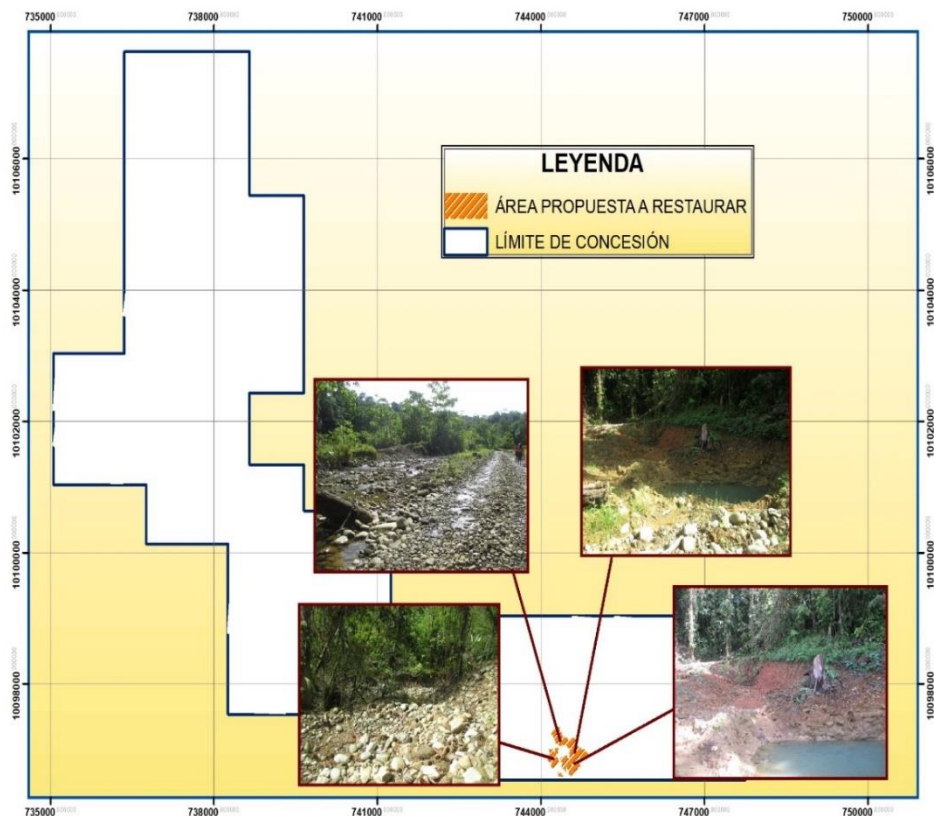


Figura 26. Frente minero abandonado propuesto a recuperar y restaurar Playa de Oro

El desarrollo de las actividades mineras bajo la modalidad de terrazas aluviales ha ocasionado graves alteraciones ambientales y presencia de pasivos mineros que ocasionan conflictos sociales y ambientales. Por tal motivo, se proponen: 1) estrategias y acciones encaminadas a la recuperación de frentes mineros abandonados y 2) acciones encaminadas a aplicar una restauración ecológica (Tabla 30).

Tabla 30. Propuesta de restauración Playa de Oro

1. Etapa de Recuperación y tratamiento de frentes mineros	
Objetivo:	Recuperar las zonas intervenidas con presencia de pasivos mineros Eliminar las barreras para restaurar las áreas intervenidas
Tipo de medida:	Mitigación y recuperación
Sector:	Playa de Oro
Extensión total del sector:	40,16 hectáreas
Extensión propuesta a restaurar:	40,16 hectáreas (100% del área total del sector afectada)
Descripción y tratamiento de pasivos mineros presentes en el frente de explotación minera	
Descripción del pasivo minero	Tratamiento del pasivo minero
<p>Piscinas o relaveras: Afecta al suelo agua y paisaje al encontrar aguas estancadas y retenidas caracterizadas por abundante presencia de materia orgánica en estado de descomposición y en casos con presencia de sales, la dimensión varía de acuerdo con el corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario, registro y georreferenciación de piscinas o Relaveras • Caracterización física química de piscinas. • Estabilización del recurso hídrico de ser necesario se realizará por medio de técnicas de fitorremediación utilizando especies acuáticas especializadas como son: lenteja de Agua (<i>Lemma minor</i>); Jacinto de agua (<i>Eichornia crassipes</i>); Elodea (<i>Elodea densa</i>) • Dirigir las aguas estancadas (tratadas) a una fuente natural • Relleno y estabilización de cortes mineros con material recuperados de acuerdo a la composición edáfica de la región • Mejorar la calidad del suelo con la adición de suelo fértil
<p>Escombrera: están compuestas por las diferentes capas de suelo retiradas de forma antitécnica por la mezcla de los diferentes tipos de estratos, generalmente las escombreras están ubicadas alrededor de las piscinas ocasionando la retención de mayor volumen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario, registro y georreferenciación de escombreras • Análisis de composición • Caracterización de escombreras • Separación de grava aurífera con arcillas • Almacenamiento de gravas y arcillas temporalmente y sistemáticamente por separado • Utilización de material clasificado en cortes mineros
<p>Remoción del suelo: La remoción del suelo hasta llegar al material requerido en este caso la grava aurífera conlleva la remoción de grandes volúmenes de tierra y esto con la mala clasificación de los diferentes estratos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de remoción del suelo • Mejorar la calidad del suelo con adición de suelo fértil y abonos orgánicos
2. Etapa de Restauración Ecológica	
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperar la diversidad de especies (flora y fauna) del ecosistema, así como su estabilidad y resiliencia. • Reintegrar la funcionalidad de ecosistemas deforestados y fragmentados por el desarrollo de las actividades mineras. • Recuperar especies vegetales que se encuentran en peligro de extinción.
Descripción del tipo de restauración	

Las diferentes actividades mineras que se desarrollan dentro de la concesión deforestan y fragmentan los bosques, lo que ha dejado parches o relictos de bosque, en tal caso la restauración ecológica a nivel de paisaje tiene como finalidad de reintegrar funcionalidad a los ecosistemas fragmentados y deforestados por medio del manejo integral de sus funciones y reposición de los servicios del ecosistema que implica la regulación de recursos hídricos, el almacenamiento de carbono y otros factores.

Participación comunitaria

La restauración ecológica debe garantizar la participación comunitaria, la cual estará dirigida a la comunidad de Playa de Oro quienes son los beneficiados directos e indirectos. Se realizarán reuniones de trabajo con responsables del proceso de restauración que prevé realizar las siguientes actividades.

- Socialización del plan de actividades
- Actividades de vinculación del proyecto en su etapa de restauración ecológica.
- Garantizar beneficios económicos, sociales y ambientales del proyecto
- Implementar un sistema de monitoreo por medio de grupos de trabajo
- Implementar viveros comunitarios con especies propuestas

Especies sugeridas para la restauración

En función de lo establecido, las especies vegetales sugeridas para el proceso de restauración ecológica cumplen con los criterios propuestos.

- Tangare (*Carapa magistocarpa*)
- Caoba (*Caryodaphnopsis theobromofolia*)
- Cucharillo (*Magnolia dixonii*)
- Cuero de sapo (*Parinari romeroi*)
- Cuángare (*Otoba gracilipes*)
- Dormilón (*Cajoba arborea*)
- Chanul (*Humiriastrum procerum*)

Monitoreo

En el proceso de restauración ecológica existirán varios actores o involucrados en la restauración ecológica desde los propietarios, operarios mineros, comuneros y autoridades estatales, los cuales serán los encargados y responsables del seguimiento y monitoreo de las acciones y estrategias implementadas durante el proceso de restauración ecológica, por medio de responsabilidad compartida.

Descripción detallada de los responsables de control y seguimiento.

Para el cumplimiento de las estrategias propuestas en el plan de recuperación de zonas afectadas por la actividad minera. La responsabilidad del control y seguimiento se caracteriza por tener una responsabilidad compartida entre los diferentes actores.

- **Seguimiento y monitoreo interno:** El titular minero tiene la obligación de realizar un seguimiento técnico y ambiental de las zonas recuperadas por medio de técnicos capacitados para verificar el cumplimiento del plan de cierre, abandono y zonas recuperadas.
 - **Vigilancia propietaria y operario minero:** el dueño del terreno, así como el operario minero tienen la obligación de vigilar y garantizar el estado actual de las zonas recuperadas y reportar cualquier situación no planificada.
-

-
- **Vigilancia comunitaria:** la comunidad como beneficiada indirecta por la recuperación de zonas abandonadas están en la obligación de vigilar y realizar un seguimiento a plan de recuperación y reportar en caso de ser cumplido o se interrumpiere por cualquier situación ajena al proyecto.
 - **Control Ambiental o Seguimiento realizado por la Autoridad Ambiental:** las entidades responsables de verificar, vigilar y controlar deberán garantizar el cumplimiento y realizar un seguimiento continuo al cumplimiento del proyecto de recuperación.

Potencial de regeneración

Para evaluar el potencial de regeneración de los ecosistemas afectados, se realizará mediante los siguientes indicadores:

Calidad del suelo: evaluar la calidad de suelo en las zonas afectadas para determinar la calidad y viabilidad para una regeneración natural y mantenimiento en una restauración asistida.

- Análisis de erosión del suelo
- Disponibilidad de nutrientes

Presencia de propagadores: evaluar la presencia o ausencia de especies animales que ayuden mediante la propagación de semillas en los frentes abandonados.

- Colocación de perchas
- Análisis de heces animales
- Presencia/ausencia de propagadores silvestre
- Banco de semillas

Evaluar sucesión ecológica de frentes mineros abandonados: realizar inventario de especies presentes en las áreas intervenidas y determinar especies nativas de la región.

- Determinar el estado de sucesión
- Determinar especies pioneras

Vigilancia y control de actividades mineras

- **Puntos de Control:** consiste en la implementación de puntos de control fijos de la policía nacional y militares con la finalidad de controlar el ingreso de maquinaria pesada con fines de actividades mineras.
 - **Monitoreo espacial:** consiste en la implementación de un sistema de monitoreo espacial con imágenes satelitales de alta resolución en sectores críticos y estratégicos por medio convenio entre instituciones estatales que realicen un seguimiento continuo y sistemático.
-

El cumplimiento de la propuesta de recuperación de frentes de explotación mineros abandonados implica dos etapas que son: 1) acciones y tratamiento encaminadas a recuperar los residuos mineros en un plazo de 27 meses a un costo referencial de \$ 1.317.116,16 dólares americanos costo que implica mano de obra, técnicos, maquinaria, operarios e implementos (Tabla 31). La segunda etapa 2) restauración ecológica en un plazo de 30 meses con un costo referencial total de \$ 809.436,65 dólares americanos costo que implica actividades como participación comunitaria, potencial de regeneración, viveros comunitarios y seguimiento y monitoreo (Tabla 32).

Tabla 31. Hoja de ruta en la fase de recuperación de zonas intervenidas

Sector	Extensión (Hectáreas)	Fase	Residuo minero	Responsable	Medio de verificación	Costo referencial del tratamiento	Plazo trimestral																	
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
Selva Alegre	71,37	Recuperación de pasivos	Piscinas o relaveras	Responsable minero, responsable legal, técnico minero, técnico ambiental, operadores	Registro fotográfico, Porcentaje de áreas recuperadas, Informe de actividades	\$ 492.622,56 Dólares Americanos	X	X	X															
			Escombreras				X	X	X															
			Remoción de suelo				X	X	X															
			Infraestructura minera							X														
Picadero - Chanuzal	56,79	Recuperación de pasivos	Piscinas o relaveras	Responsable minero, responsable legal, técnico minero, técnico ambiental, operadores	Registro fotográfico, Porcentaje de áreas recuperadas, Informe de actividades	\$ 329.171,04 dólares americanos				X	X													
			Escombreras							X	X													
			Remoción de suelo							X	X													
Angostura	37,74	Recuperación de pasivos	Piscinas o relaveras	Responsable minero, responsable legal, técnico minero, técnico ambiental, operadores	Registro fotográfico, Porcentaje de áreas recuperadas, Informe de actividades	\$ 220.527,36 dólares americanos								X	X									
			Escombreras										X	X										
			Remoción de suelo										X	X										
			Infraestructura minera											X	X									
Playa de Oro	40,16	Recuperación de pasivos	Piscinas o relaveras	Responsable minero, responsable legal, técnico minero, técnico ambiental, operadores	Registro fotográfico, Porcentaje de áreas recuperadas, Informe de actividades	\$ 274.795,20 dólares americanos												X	X					
			Escombreras																		X	X		
			Remoción de suelo																		X	X		
TOTAL	206,06 hectáreas					\$ 1.317.116,16 dólares americanos														27 meses				

Tabla 32. Hoja de ruta en la fase de restauración ecológica.

Sector	Extensión	Fase	Actividad	Responsable	Medio de verificación	Costo referencial del tratamiento	Plazo trimestral																	
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
Selva Alegre	71,37 has	Restauración	Participación comunitaria	Responsable minero, responsable legal, técnico minero, técnico ambiental, operadores, comunidad	Registro de asistencia, registro de participación, registro fotográfico, informe de actividades	\$ 280.352,77 dólares americanos	X	X																
			Evaluar potencial de regeneración				X																	
			Implantación de vivero para especies sugeridas				X																	
			Monitoreo				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Picadero - Chanuzal	56,79 has	Restauración	Participación comunitaria	Responsable minero, responsable legal, técnico minero, técnico ambiental, operadores, comunidad	Registro de asistencia, registro de participación, registro fotográfico, informe de actividades	\$223.080,22 dólares americanos		X	X															
			Evaluar potencial de regeneración				X																	
			Implantación de vivero para especies sugeridas				X																	
			Monitoreo					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Angostura	37,74 has	Restauración	Participación comunitaria	Responsable minero, responsable legal, técnico minero, técnico ambiental, operadores, comunidad	Registro de asistencia, registro de participación, registro fotográfico, informe de actividades	\$ 148.248,76 dólares americanos			X	X														
			Evaluar potencial de regeneración				X																	
			Implantación de vivero para especies sugeridas				X																	
			Monitoreo					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Playa de Oro	40,16 has	Restauración	Participación comunitaria	Responsable minero, responsable legal, técnico minero, técnico ambiental, operadores, comunidad	Registro de asistencia, registro de participación, registro fotográfico, informe de actividades	\$ 157.754,90 dólares americanos				X	X													
			Evaluar potencial de regeneración				X																	
			Implantación de vivero para especies sugeridas				X																	
			Monitoreo					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TOTAL			206,06 hectáreas			\$ 809.436,65 dólares americanos														30 meses				

La restauración ecológica es la mejor alternativa para recuperar zonas altamente intervenidas, en el caso frentes de explotación minera abandonados resulta la estrategia viable considerando aspectos sociales, económicos y ambientales. Sin embargo, para garantizar la restauración ecológica se debe 1) recuperar las áreas intervenidas por actividad minera y 2) establecer lineamientos para implementar una restauración ecológica. En este sentido, Vanegas, (2014) realizó un modelo de restauración de áreas afectadas por actividades mineras en el Bagre, Colombia se fundamentó en 5 pasos en los cuales concuerda con 1) mitigar los efectos producidos por la actividad minera 2) reincorporar elementos bióticos o abióticos y monitoreo en las acciones ejercidas. En este sentido, (Palacios, 2009) propone una metodología de ecosistemas degradados por actividades mineras Béticas por la explotación de Oro en la cordillera del Cóndor en su proyecto binacional “Paz y conservación en la cordillera del Cóndor, Ecuador – Perú” donde realizó un diagnóstico de la situación minera en zonas degradadas y menciona las principales barreras y factores que influyen en el éxito de la restauración ecológica y resalta la importancia en la disponibilidad de nutrientes, disponibilidad de semillas y sucesiones ecológicas con factor influyente en éxito de la restauración ecológica. Sin embargo, para recuperar los frentes abandonados se considera dos etapas 1) acciones y tratamiento de residuos mineros 2) aplicar la restauración ecológica con un enfoque de paisaje. Por otro lado, Lozano, (2013) realizó una restauración de áreas previamente afectadas por la minería aluvial su estudio se fundamentó en sucesiones ecológica como una estrategia para restaurar frentes mineros abandonados. En este contexto, Jorba y Vallejo, (2008) ejecutan una restauración ecológica y mencionan la importancia de la disponibilidad de componentes orgánicos y presencia de vegetación herbácea como control de erosión.

Los costos que implican recuperar y restaurar los frentes de explotación minera son elevados por el uso de maquinaria pesada, operarios, mano de obra. En este sentido, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Esmeraldas y Programa de Reparación Ambiental y Social, (2011), realizan una valoración económica de los daños ambientales causados por la actividad minera aluvial en la provincia de Esmeraldas y determinan que los costos para revegetar 1876 has asciende a los \$

7.369.228 dólares americanos costo que incluye mano de obra, materiales e insumos, seguimiento y monitoreo. Los costos para recuperar suelos determinan \$ 40.000 dólares americanos por hectáreas en cuanto el recurso hídrico determina costos de \$ 20 dólares americanos por m³ de aguas tratadas por técnicas de fitorremediación.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La situación ambiental por el desarrollo de las actividades mineras dentro de la concesión Río Santiago es crítica debido a la presencia de residuos o pasivos mineros tales como: piscinas o relaveras de un diámetro aproximado de 25 x 25 y 5 metros de profundidad; escombreras antitécnicas con materias mezcladas entre grava aurífera y arcillas, y presencia de infraestructura minera abandonada.

La pérdida de cobertura vegetal dentro de la concesión Río Santiago entre los años de 1998 y 2017 fue de 559.7 hectáreas, afectadas principalmente en un 60% las zonas de producción entre pastos y cultivos y 40% de bosque natural. La zona con mayor afectación sobre la cobertura vegetal es el sector de Picadero–Chanuzal con una extensión de 233,23 hectáreas y con menor extensión el sector de Playa de Oro con 40,16 hectáreas.

Los principales impactos del desarrollo de las actividades mineras sobre los bosques naturales es la deforestación y fragmentación. La deforestación fue de 212,03 hectáreas de bosque natural en un 0.56 % anual con un total de 11, 16 hectáreas promedio por año y por último la fragmentación en el año de 1998 fue de una extensión de 305,28 hectáreas al 2017 existió un incremento a 372,96 hectáreas de bosque natural.

De acuerdo con el análisis de la valoración de pasivos ambientales por su importancia se determinó que en estado crítico se encuentran la presencia de piscinas o relaveras, escombreras antitécnicas, remoción de grandes volúmenes de tierra, desmonte y de menor importancia son la infraestructura minera.

La mejor alternativa para recuperar las zonas intervenidas, es la restauración ecológica que considera dos etapas: una de tratamiento de residuos mineros por

medio de actividades y técnicas como la caracterización e identificación de residuos mineros, fitorremediación para piscinas o relaveras resultado de cortes mineros, desmantelamiento de infraestructura minera bajo normas de seguridad y aprovechamiento de material minero localizados en escombreras antitécnicas; y la segunda es la restauración ecológica inclusiva con especies endémicas de la región con ayuda de viveros locales y aprovechamiento de sucesión ecológica.

5.2 RECOMENDACIONES

Es necesario realizar un análisis económico de los sistemas productivos dentro de la concesión Río Santiago para determinar la conveniencia de las actividades económicas tanto mineras como agrícolas y ganaderas con la finalidad de garantizar un beneficio socioeconómico.

Establecer estrategias políticas, sociales y ambientales con la finalidad de controlar la presencia de minería y la sobreexplotación de los recursos naturales no renovables para garantizar el cuidado del medio ambiente.

Realizar estudios de factibilidad para la creación de un vivero comunitario conjunto con el titular minero y autoridades competentes para promover la recuperación de zonas intervenidas por actividades mineras y que garanticen un beneficio económico posterior a la extracción metálica.

REFERENCIAS

- Acosta, A. (2012). *Extractivismo y neoextractivismo: Dos caras de la misma maldición*.
- Adasme, C. (2010). Pasivos Ambientales Mineros: Manual para el inventario de minas abandonadas o paralizadas. *Asociación de servicios de geología y minería Iberoamericanos*, 13-15.
- Agencia de Regulación y Control Minero, (2017). Recuperado de: <http://www.controlminero.gob.ec/>
- Aldaz, P. (2013). *Estudio de variación de la cobertura vegetal y estado actual del Cerro Imbabura aplicando herramientas GIS con fines de declaración de área protegida*. (Tesis de postgrado). Universidad San Francisco. Quito, Ecuador
- Armengot, J., Espí, J., y Vázquez, F. (s/f). *Origen y desarrollo de la minería*. Recuperado de: http://www.ingenierosdeminas.org/publica/IM/IM365-origenes_mineria.pdf
- Armenteras, D., y Monroy, D. (2016). Cambio de cobertura del suelo por minería aluvial en el río Nechí, Antioquia. *Gestión y Ambiente* 20 (1), 50-61.
- Banco Central del Ecuador. (2015). *Cartilla Informativa del Sector Minero*. Quito.
- Cantero, M., Rhenals, V., y Moreno, A. (2015). Determinacion de la degradacion de suelos por minería aurífera aluvial en la ribera del río San Pedro, Puerto Libertado, Cordoba, Colombia. *Ingeniería e Innovación*. 3 (1), 18-31
- Cerda, J., y Villarroel, L. (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev Chil Pediatr*. 79 (1), 54-58.

- Centro de Investigaciones Geoespaciales, CIG. (2012). *Introducción a las Imágenes Satelitales*. República Dominicana.
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) (2010). Registro Oficial, 303 (19 de octubre de 2010).
- Código Orgánico Ambiental (2017). *Registro Oficial*, 983 (12 de abril de 2017).
- Código Orgánico Integral Penal (2014). *Registro Oficial*, 180 (10 de febrero de 2014).
- Constitución de la República del Ecuador (2008). *Registro oficial*, 449 (20 de octubre de 2008).
- Cure, L. (2012). *Determinación de la influencia del cambio de uso del suelo en la calidad ambiental de la cuenca del Río Déleg*. Cuenca.
- Delgado, K., y Ramos, P. (2017). *Evaluación del impacto socioambiental causado por la actividad minera en las comunidades de Angostura y Playa de Oro Cantones Eloy Alfaro provincia de Esmeraldas*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Delgadillo, A., González, C., Prieto, F., Villagómez, J., y Acevedo, O. (2011). Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 597-612
- Echeverría, C., Coomes, D., Salas, J., Benayas, J., Lara, A., y Newton, A. (2006) Rapid deforestation and fragmentation of Chilean Temperate Forests, *Biological Conservation*, 130 (4), 481–494.
- Empresa Nacional Minera (ENAMI, 2013). *Informe técnico de producción julio diciembre 2013*. Quito.

- Empresa Nacional Minera del Ecuador. (2017, febrero 30). Recuperado de <http://www.enamiep.gob.ec>
- Fonseca, H. (2004). *Minería impactos sociales y ambientales*. Montevideo, Uruguay: Rosgal S.A.
- García, C., García, M., y Agudelo, C. (2014, octubre). *Evaluación y diagnóstico de pasivos ambientales mineros en la Cantera Villa Gloria en la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá D.C. Tecnura*. 18 (42), 90-102.
- Gobierno Autonomo Decentralizado Eloy Alfaro. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Esmeraldas.
- Gonzales, N., Bojórquez, S., Cifuentes, L., & Flores, S. (2010). Cambio de cobertura y uso del suelo en la cuenca del rio Mololoa. *Biociencia*, 19-29.
- Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico. (2017). Recuperado de: <http://www.geoinvestigacion.gob.ec>
- Jorba, M., Vallejo, R. (2008). La restauración ecológica de canteras: un caso con aplicación de enmiendas orgánicas y riegos. *Ecosistemas* 17(3),119-132.
- Kumamoto, J. (2001). *La minería artesanal e Informal en el Perú*. Recuperado de: <http://pubs.iied.org/pdfs/G00731.pdf>.
- Ledezma, E., y Ramírez, G (2007). Efectos de las actividades socio – económicas minería y explotación maderera sobre los bosques del departamento del Chocó, *Revista Institucional tecnológica del Choco*, (27), 58–65
- Ley de Minería (2009). *Registro Oficial*, 517 (29 de enero de 2009).

- Lozano, S. (2013). *Restauración de la cobertura vegetal en áreas previamente afectadas por la minería aluvial de oro en el Nordeste de Antioquia, Colombia*. (Tesis de pregrado), Bogotá. Colombia
- Lucero, G. (2014). *Optimización de los procesos de extracción de grava aurífera y proceso de lavado del frente " EL Porvenir" en el proyecto Río Santiago ENAMI*.(Tesis de pregrado). Universidad Central de Ecuador , Quito.
- Meza, A. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Expost y Elaboracion del plan de manejo para la obtencion de la licencia ambiental del proyecto minero Río Huimbí*. (Tesis de pregrado), Universidad Central del Ecuador .Quito, Ecuador.
- Morán, R. (2001). Aproximaciones al costo económico de impactos ambientales en la minería. *Ambiente y Desarrollo*, 17(1). 59-66.
- Millán, R., Carpena, R., Schmid, T., Sierra, M., Moreno, E., Peñalosa, J...Esteban, E. (2007). *Rehabilitación de suelos contaminados con mercurio: estrategias aplicables en el área de Almadén. Ecosistemas*. 2007/2.
- Ministerio de Coordinación de Seguridad, (2011). *Minería Ilegal*. Quito, recuperado de: https://issuu.com/micsecuador/docs/mineria_ilegal_mics
- Ministerio de Minería, (2017). Recuperado de <http://www.mineria.gob.ec>
- Montiel, R., y Villarreal, M. (2015). *Análisis multitemporal del impacto generado por la explotación minera en el medio geomorfológico de la Isla de Toas, Estado Zulia. Terra Nueva Etapa*. XX.
- Oblasser, A., y Chaparro, E. (2008). Estudio comparativo de la gestión de los pasivos ambientales mineros en Bolivia, Chile, Perú y Estados Unidos. *Recursos Naturales e Infraestructura*, 9-11.

- Ordeñana, X., y Dominguez, J. (2010). Beneficios y amenazas de la minería a gran escala en Ecuador. *Energía y minas: aportes y estrategias 2012* (pg. 104-109), Quito, Ecuador.
- Organización de Conflictos Mineros en America Latina. (2014). *Conflictos mineros en América Latina: Extracción, Saqueo y Agresión*. OCMAL.
- Palacios, M. (2009). *Metodologías de restauración de ecosistemas degradados por actividades bélicas y por la explotación ilegal del oro dentro del ámbito de la cordillera del Cóndor*. Fundación Conservación Internacional. Lima – Perú
- Peña, J. (2007). *Efectos ecológicos de los cambios de cobertura y uso del suelo en la marina Baixa* . Alicante.
- Pomar, M. y Solano, C (2016). *Análisis multitemporal y multiespectral para la elaboración del mapa de conflicto de uso del suelo por actividades mineras en la Vereda Canavita del municipio de Tocancipá*. (Tesis de pregrado), Bogotá. Colombia.
- Puyravaud, J.P. (2003). Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*, (177), 593-596.
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas y Programa Reparación Ambiental y Social. (2011). *Informe de valoración de pasivos socio ambientales*. Esmeraldas, Ecuador.
- Posso, M. (2011). *Proyectos, Tesis y Marco Lógico*. Quinta Edición. Quito: Edit. NINA Comunicaciones.

- Quesada, J. (2015). *Revisión del Impacto Socio Ambiental por la minería en el Departamento del Choco Caso Región de San Juan*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá. Colombia.
- Ramírez, G., y Ledezma, E. (2007). Efecto de las actividades socioeconómicas (minería y explotación maderera) sobre los bosques del departamento del Choco. *Revista institucional Universidad tecnológica del Choco D.C.L.* (26), 58-65
- Ramón, F. (2016). *Diagnóstico de la explotación artesanal en las terrazas aluviales auríferas del río Chico Azuay.*(Tesis de pregrado) Universidad de Guayaquil , Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Reglamento Ambiental de Actividades Mineras, (2014). Registro Oficial 213, (27 de marzo de 2014).
- Roballedo, E., y Jiménez, P. (2012). *Afectaciones a la calidad de agua en el norte de la provincia de Esmeraldas producto de la minería aurífera ilegal en el año 2011*. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/249314557>
- Ruiz, V., Savé, R., y Herrera, A. (2013). Análisis Multitemporal de cambios de uso del suelo, en el paisaje terrestre protegido Miraflor Moropotente Nicaragua, 1993 - 2011. *Ecosistema*, 117-123.
- Salgado, R. (2014). *La ciencia en pocas palabras, Deforestación*. Recuperado de: <https://www.google.com/search?q=Dialnet-Deforestacion-4761345.pdf&oq=Dialnet-Deforestacion->
- Sandoval, F., Gómez, A., Carvajal, M., Chamorro, C., y Pazmiño, D. (2002). *Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable en Ecuador*. Recuperado de: http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/7832DF547B

40C2FF05257EF2006E308A/\$FILE/Miner%C3%ADa_Minerales_y_Desarrollo_Sustentable.pdf

Sarmiento, D., Carvajal, K. (2018). *Estrategia de regulación de actividades mineras en los cantones San Lorenzo y Eloy Alfaro, como alternativa a mejorar las condiciones de vida, salud y ambiente de las poblaciones de influencia directa*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.

SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group). 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Recuperado de: www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International. 15 pp.

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (2014). *Realidad de minería ilegal en los países Amazonicos*. LIMA : NEGRAPATA S.A.C.

Valois, H. y Martínez, C. (2017). Especies vegetales colonizadoras de áreas perturbadas por la minería en bosque pluviales del Chocó, Colombia. *Biota Colombiana*. 18 (1), 88-104

Velázquez, A., Duran, E., Larrazábal, A., López, F., & Medina, C. (2010). La cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo. *Tecaltepec*, 28-32.

Vanegas, H. (2014). *Modelo de restauración de áreas degradadas por minería en el Bagre - Antioquia*. (Tesis de Posgrado). Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

Varela, J. (2012). *Diagnóstico de las necesidades de capacitación pendientes en mejorar las condiciones de trabajo de la minería artesanal*. (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

Vargas, O. (2007). Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nacional de Colombia -Colciencias. 2007. 46-66.

Yupari, A. (s/f). *Informe “Pasivos ambientales mineros en sudamérica”*. Informe elaborado para la CEPAL, el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales, BGR, y el Servicio Nacional de Geología y Minas, Sernageomin. Recuperado de: <https://docplayer.es/25634052-Informe-pasivos-ambientales-mineros-en-sudamerica.html>

ANEXOS

**Anexo 1**

Ficha número: _____

Diagnostico del Área de Estudio

Nombre del área: _____

Cantón: _____

Parroquia: _____

Longitud: _____

Latitud: _____

Altura: _____

Accesibilidad:

Vehículo A pie Inaccesible Bote **1.1. Referencia del área minera**1.2. Frente de explotación Minería ilegal Año del operativo _____1.3. Abandonada Operación Cierre o abandono 1.4. Recuperada No recuperada **2. Tipos de Residuos mineros**

	Cantidad	Largo	Ancho	Profundidad	Descarga de agua (hacia río o quebrada)
Piscinas					
Escombrera					
Maquinaria abandonada					
Desmonte					
Derrame de aceites					
Construcción de frente de explotación					
Otro					

Observaciones:.....

3. Situación actual de la zona

3.1. Suelo

Permeabilidad		Alta	El agua se infiltra fácilmente en el suelo. Los charcos de lluvia desaparecen rápidamente
		Media	El agua tiene ciertos problemas para infiltrarse en el suelo. Los charcos permanecen algunas horas después de que ha llovido
		Baja	El agua queda detenida en charcos por espacio de días. Aparecen aguas estancadas
Remoción del suelo		Alto	Se observa grandes cantidades de suelo removido mayor al 60 %
		Media	La cantidad de suelo removido es parcial menor a la mitad del área afectada entre el 30 y 60 %
		Bajo	Poca cantidad del suelo removido en el frente área minera menor al 30 %

3.2. Agua

Afluente cercano

Río: Vertiente: Canal: Otro:

Uso del Agua

No se usa: Consumo humano: Agrícola: Ganadero: Minería: Otros:

Observaciones:.....

3.1. Condiciones Biológicas		
3.1.1. Flora (Presencia ausencia /observacion directa)		
Tipo de bosque (Zona de Influencia)	Primario	Bosque intacto (u original) y con un alto grado de naturalidad explotado, fragmentado, o influenciado directa o indirectamente p
	Secundario	Bosque que coloniza áreas cuya vegetación original desapareció p totalmente debido a perturbaciones naturales o humanas
	Alterado (Intervenido)	Los bosques pueden ser alterados cuando suceden hechos como la los incendios forestales, la lluvia acida, los herbívoros, o las plagas daño.
Grado de intervención de la vegetacion en la zona minera	Alto	Nivel de cobertura vegetal bajo: (muy poca vegetación), la <u>ecosistema han sido totalmente afectadas por actividades de desar</u>
	Media	Nivel de cobertura vegetal medio: (escasa vegetación), las condi del ecosistema no han sido afectas en su totalidad por procesos de alguna actividad de desarrollo. Las condiciones ecológicas son fav ciertos organismos
	Baja	Nivel de cobertura vegetal alto: (Abundante vegetación) aún se condiciones ecológicas favorables en el ecosistema.
Uso de suelo en areas intervenidas	Pastizales	Es una superficie que presenta el suelo cubierto de pasto en su tota
	Cultivos	Áreas destinadas a la siembra de especies vegetales
	Vegetacion herbacea	Vegetacion predominante luego de actividad minera
	Bosque	Areas con presencia de bosque primario o intervenido
	Deforestadas	Áreas con un alto grado de intervención cobertura vegetal pobre o
	Residuos mineros	Areas con presencia de escombreras antitecnicas relaveras, piscina
	Otros?	_____

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Validación de ficha de investigación

Ibarra, 4 de octubre del 2018

Ingeniero

Oscar David Cabrera Márquez

ESPECIALISTA DE SEGUIMIENTO TÉCNICO Y CONTROL MINERO

Presente. -

Reciba un cordial saludo y augurándole éxitos en sus funciones diarias.

Dada su experiencia profesional, méritos académicos y personales le **SOLICITO** de la manera más comedida su colaboración como experto técnico en el proceso de valoración de contenido de los ítems que conforman el instrumento de investigación (ficha), que serán aplicados a una muestra seleccionada cuyo objetivo es recabar información directa para la investigación titulada "INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA CONCESIÓN RÍO SANTIAGO CANTON DE ELOY ALFARO Y SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS", trabajo de investigación realizado a fin de obtener el título de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables.

Quedo en espera de su pronta respuesta y de ante mano le expresó mis mas sinceros agradecimientos.

Atentamente.



Jefferson García
C.I.: 1312432717
ESTUDIANTE UTN

RECIBIDO
04/10/2018



Ing. Oscar David Cabrera M

Juicio de expertos sobre la encuesta que será aplicada a los elementos del universo

Instrucciones:

Marque con una "X" cada casilla correspondiente al aspecto cualitativo y cuantitativo de cada sección y alternativa de respuestas, según los criterios que a continuación se detallan.

Las condiciones por evaluar son: redacción, contenido, congruencia y pertinencia con los indicadores, dimensión y variables de estudio. En la casilla de observación general sugerir cambios o mejores en instrumentos de investigación (ficha).

Sección	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (Sesgo)		Lenguaje adecuado con el nivel del		Mide lo que pretende		Esencial	Útil pero no esencial	No importante
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No			
Identificación de área minera	✓		✓		✓		✓		✓		✓		
Referencia del área minera	✓		✓		✓		✓		✓		✓		
Tipos de residuos mineros	✓		✓		✓		✓		✓		✓		
Situación actual de la zona	✓		✓		✓		✓		✓		✓		
Condiciones biológicas	✓		✓		✓		✓		✓		✓		
Observaciones													



Jefferson García
C.I.: 1312432717
ESTUDIANTE UTN

Constancia de validación

Quien suscribe, Oscar David Cabrera Márquez
con cédula de identidad N° 1900474881, de profesión Ingeniero en Geología y Minas, con Grado de Ingeniería, ejerciendo actualmente como Especialista de Seguimiento Técnico Minero, en la institución Agencia de Regulación y Control Minero.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento (ficha), a los efectos de su aplicación en el estudio denominado "INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA CONCESIÓN RÍO SANTIAGO CANTON DE ELOY ALFARO Y SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencias de Ítems				✓
Amplitud de contenido				✓
Redacción de los Ítems				✓
Claridad y precisión				✓
Pertinencia			✓	

Fecha: 04/10/2018

Firma: 
C.I.: 1900474881

Ibarra, 4 de octubre del 2018

Ingeniera

Erika Pazmiño

ANALISTA DE GRAN Y MEDIANA MINERÍA 2 – MINISTERIO DE MINERIA

Presente. -

Reciba un cordial saludo y augurándole éxitos en sus funciones diarias.

Dada su experiencia profesional, méritos académicos y personales le **SOLICITO** de la manera más comedida su colaboración como experto técnico en el proceso de valoración de contenido de los ítems que conforman el instrumento de investigación (ficha), que serán aplicados a una muestra seleccionada cuyo objetivo es recabar información directa para la investigación titulada "INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA CONCESIÓN RÍO SANTIAGO CANTON DE ELOY ALFARO Y SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS", trabajo de investigación realizado a fin de obtener el título de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables.

Quedo en espera de su pronta respuesta y de ante mano le expresó mis mas sinceros agradecimientos.

Atentamente.



Jefferson García
C.I.: 1312432717
ESTUDIANTE UTN



05/10/2018

Juicio de expertos sobre la encuesta que será aplicada a los elementos del universo

Instrucciones:

Marque con una "X" cada casilla correspondiente al aspecto cualitativo y cuantitativo de cada sección y alternativa de respuestas, según los criterios que a continuación se detallan.

Las condiciones por evaluar son: redacción, contenido, congruencia y pertenencia con los indicadores, dimensión y variables de estudio. En la casilla de observación general sugerir cambios o mejores en instrumentos de investigación (ficha).

Sección	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (Sesgo)		Lenguaje adecuado con el nivel del informante		Mide lo que pretende		Esencial	Útil pero no esencial	No importante
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No			
Identificación de área minera	X		X		X		X		X		X		
Referencia del área minera	X		X		X		X		X		X		
Tipos de residuos mineros	X		X		X		X		X		X		
Situación actual de la zona	X		X		X		X		X		X		
Condiciones biológicas	X		X		X		X		X		X		
Observaciones	NINGUNA												



Jefferson García
C.I.: 1312432717
ESTUDIANTE UTN



Constancia de validación

Quien suscribe, ERIKA PAULINA RIZHÍO GUDIÑO
con cédula de identidad N° 1003117569, de profesión
INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES, con
Grado de ANALISTA, ejerciendo actualmente como
ANALISTA DE GRAN Y MEDIANA MINERÍA L, en la institución
MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación el instrumento (ficha), a los efectos de su aplicación en el estudio denominado "INFLUENCIA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL DENTRO DE LA CONCESIÓN RÍO SANTIAGO CANTON DE ELOY ALFARO Y SAN LORENZO, PROVINCIA DE ESMERALDAS"

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencias de Ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los Ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

Fecha: 05/10/2018

Firma:



C.I.: 1003117569

EP

Anexo 3. Registro Fotográfico



Clasificadora tipo ZL





Extracción de madera



Pastos



Cultivos de Cacao



Levantamiento de Información



Movilización dentro de la concesión



Consumo de carne silvestre