



Evaluación de los elementos del plan de compensación por pérdida de biodiversidad de la Mina Buriticá de la compañía Zijin Continental Gold, que contribuyen con la sostenibilidad ambiental del ecosistema Zonobioma alterno higrico subxerofitico; Estudio de Caso.

Manuel José Castilla Rincón

Wilfredy Díaz Lizcano

Universidad Pontificia Bolivariana

Facultad de Ingeniería

Maestría en Sostenibilidad

Medellín, 2022



Evaluación de los elementos del plan de compensación por pérdida de biodiversidad de la Mina Buriticá de la compañía Zijin Continental Gold, que contribuyen con la sostenibilidad ambiental del ecosistema Zonobioma alterno higrico subxerofitico; Estudio de Caso.

Manuel José Castilla Rincón

Wilfredy Díaz Lizcano

Trabajo presentado como requisito para optar al título de Magister en Sostenibilidad

Asesora

MSc. Yanneth Buitrago

Universidad Pontificia Bolivariana

Facultad de Ingeniería

Maestría en Sostenibilidad

Medellín, 2022

07/03/2023

Manuel José Castilla Rincón

Wilfredy Diaz Lizcano

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en ésta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, párrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Firma del autor (es)



Manuel José Castilla Rincón



Wilfredy Diaz Lizcano

Contenido

Resumen	8
Abstract	9
1 Tema	10
2 Planteamiento del Problema	11
3 Justificación	14
4 Antecedentes	16
4.1 Proyecto Buriticá Zijin- Continental Gold.....	16
4.2 Caracterización del Sitio Objeto de Compensación	17
4.2.1 Orobioma bajo de los Andes	17
4.2.2 Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca ...	18
4.3 Compensaciones Ambientales en Colombia.....	19
4.4 Marco Normativo	26
4.5 Elementos que Orientaron el plan de Compensación.....	28
4.5.1 No Pérdida Neta de Biodiversidad.....	30
4.5.2 Jerarquía de la Mitigación.....	30
4.6 Adicionalidad	34
4.7 Equivalencia Ecosistémica	34
4.7.1 Criterios de Selección de Áreas Polígonos Quelé, Mogotes y Aguacatal.....	35
4.8 Sostenibilidad Ambiental	36
5 Metodología.....	38
5.1 Método de Investigación	38
5.2 Fuentes de Información.....	38
5.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	40

6	Resultados y Análisis.....	41
6.1	Indicadores de Evaluación Plan de Compensación del Proyecto Buriticá.....	50
6.2	Propuestas desde la sostenibilidad ambiental a los indicadores y al plan de monitoreo y seguimiento.....	69
7	Conclusiones.....	75
8	Agradecimientos.....	77
9	Referencias	78

Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto y acceso local	16
Figura 2. Tipos de compensación ambientales en Colombia según el tipo de actividad. 27	
Figura 3. Jerarquía de la mitigación proyecto de explotación aurífera Buriticá	31
Figura 4. Indicadores propuestos dentro del plan de compensaciones de proyecto.....	54

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Poligonos del Municipio Buriticá</i>	18
Tabla 2. Contenidos generales para la compensación por pérdida de biodiversidad según lo descrito por el manual 2012 y por el manual 2018.	21
Tabla 3. <i>Evaluación del plan de compensación proyecto minero aurífero Buritica Vs. Manual de Compensaciones para el Componente Biótico, 2018</i>	41
Tabla 4. Listado de indicadores de seguimiento para las compensaciones del componente biótico y la inversión forzosa de no menos del 1%.....	51
Tabla 5. Especies vegetales claves para el zonobioma alternohigrico subxerofitico.....	60
Tabla 6. Indicadores de monitoreo propuestos para el recurso flora	65
Tabla 7. <i>Análisis de riesgos</i>	72

Resumen

La efectividad en la implementación de los planes de compensación por pérdida de biodiversidad en Colombia ha sido tema de discusión por diferentes sectores, ya que estos se han efectuado de forma desagregada y carecen de sistemas de seguimiento y monitoreo así como aspectos de calidad y sostenibilidad, el objetivo principal de la investigación fue la evaluación de que elementos del plan de compensación por pérdida de biodiversidad de la explotación minera Buriticá de la compañía Zijin Continental Gold, contribuyen con la sostenibilidad ambiental del ecosistema Zonobioma alterno hígrico subxerofítico, en las veredas mogotes y angelina del municipio de Buriticá – Antioquia, se planteó una metodología cualitativa de investigación documental, el desarrollo de la perspectiva teórica se basara en la revisión de documentación electrónica e impresa de revistas científicas, artículos especializados sobre compensaciones ambientales, documentos de tesis, normatividad colombiana y publicaciones de instituciones académicas nacional e internacionales, con la información obtenida se logró la identificación de indicadores de seguimiento para el recurso flora del ecosistema Zonobioma alterno hígrico subxerofítico, el análisis desde la sostenibilidad ambiental del plan de monitoreo y seguimiento, dando como resultado las propuestas de modificaciones desde la sostenibilidad ambiental a los indicadores y el plan de monitoreo y seguimiento propuestos en el plan de compensación por pérdida de biodiversidad.

Palabras claves: plan de compensación, biodiversidad, minería, sostenibilidad ambiental y ecosistema *zonobioma alterno hígrico subxerofítico*.

Abstract

The effectiveness in the implementation of compensation plans for biodiversity loss in Colombia has been the subject of discussion by different sectors, since these have been carried out in a disaggregated manner and lack follow-up and monitoring systems as well as aspects of quality and sustainability. The main objective of the investigation was the evaluation of the elements of the compensation plan for the loss of biodiversity of the Buriticá mining exploitation of the company Zijin Continental Gold, contribute to the environmental sustainability of the subxerophytic alternate hygrosopic Zonobiome ecosystem, in the mogotes and angelina paths. from the municipality of Buriticá - Antioquia, a qualitative documentary research methodology was proposed, the development of the theoretical perspective was based on the review of electronic and printed documentation from scientific journals, specialized articles on environmental compensation, thesis documents, Colombian and public regulations. tions of national and international academic institutions, with the information obtained, the identification of monitoring indicators for the flora resource of the subxerophytic hygric alternate Zonobiome ecosystem was achieved, the analysis from the environmental sustainability of the monitoring and follow-up plan, resulting in the proposals for modifications from environmental sustainability to the indicators and the monitoring and follow-up plan proposed in the compensation plan for loss of biodiversity.

Keywords: Compensation plan, biodiversity, mining, environmental sustainability and hygric subxerophytic alternative zonobiome ecosystem.

1 Tema

Los planes de compensación en Colombia son importantes herramientas que permiten prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales generados sobre un ecosistema específico ocasionado por proyectos de desarrollo, el diseño de estos planes buscan no solo compensar un área equivalente a la impactada sino también un impacto sobre un zonobioma mayor, en el cual se pueda generar adicionalidad al proceso, dicha área estará determinada tanto por el tipo de ecosistema impactado, como por los servicios ecosistémicos ofrecidos, según lo establecido en los términos de referencia impuestos por la legislación.

En este sentido, dichos requerimientos son claros y exigentes a nivel técnico, solicitándose acciones de monitoreo y seguimiento a la biodiversidad, como a los recursos naturales abióticos, siendo estos elementos necesarios al momento de evaluar la implementación de las diferentes acciones establecidas en el plan de compensación. Al respecto, la aprobación de estos planes de compensación por parte de las autoridades ambientales, está sujeta de un proceso de planificación donde se establecen límites a los recursos naturales a ser utilizados, igualmente las medidas tendientes a prevenir y mitigar los impactos negativos originados. No obstante, la exigencia técnica de estos planes genera una baja participación a nivel social y económico, lo cual es contraproducente ya que puede excluir del proceso a las comunidades directamente implicadas, esto trae consigo riesgos para los procesos logrados. En cuanto a la sostenibilidad de estos planes se hace necesario la total y decidida participación de las comunidades, partiendo del contexto socioeconómico, mediante la creación de encadenamientos y proyectos productivos alrededor de estos planes.

2 Planteamiento del Problema

Colombia es uno de los siete países considerados mega diversos en el mundo, siendo el mayor en especies por unidad de área del planeta, de igual manera, dentro de su territorio se pueden observar diferentes tipos de ecosistemas que albergan especies de flora y fauna de gran importancia, algunas de ellas endémicas, proporcionando servicios eco sistémicos de incommensurable valor, lo que genera en el país una mayor responsabilidad por su conservación. Partiendo de esto se debe fomentar el desarrollo sostenible del país, el cual permita mantener la base de recursos naturales y los servicios ambientales que prestan los ecosistemas al crecimiento económico.

A este propósito, FG Mining Group Corporation CI LTDA (2019) señala que un plan de compensación: “Consisten en las acciones que tienen como objetivo principal, resarcir los impactos o efectos negativos que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos, y que por ende conlleven a la pérdida de biodiversidad en los ecosistemas naturales terrestres” (p. 5). En este sentido el plan de compensación por pérdida de biodiversidad, será un instrumento que tendrá como objeto la formulación de las estrategias o acciones necesarias en función del restablecimiento parcial o total de cada uno de los ecosistemas impactados.

De esta manera, Zijin Continental Gold Limited Sucursal Colombia adelanta actualmente la ejecución del Proyecto Aurífero Buriticá, el cual se desarrolla en virtud del Contrato de Concesión Minera Integrado No 7495 del 14 de septiembre del 2011, que está suscrito por la Gobernación del Departamento de Antioquia e inscrito el 20 de marzo de 2013 en el Registro Minero Nacional. Basado en esto, dicha compañía tiene como meta el desarrollo y ejecución del Proyecto Minero Buriticá (en adelante “Proyecto Buriticá”) que consiste en un desarrollo minero

de gran escala de minerales metálicos, cuya remoción total de material útil y estéril proyectada es de más de dos millones (2.000.000) de toneladas/año.

Ahora bien, el desarrollo y la explotación del recurso minero en el municipio de Buriticá - Antioquia, ha permitido consolidar un proyecto que se considera técnicamente factible, económicamente viable, con impactos sociales positivos y efectos ambientales controlables. Es evidente entonces, que la viabilidad del proyecto obedecerá a una serie de obras como la construcción de una mina subterránea mecanizada, una planta de beneficio de mineral, un depósito de relaves, una mina de materiales de construcción aluvial y la infraestructura requerida para asegurar una explotación segura y eficiente con impactos mínimos al medio ambiente.

Es importante resaltar, que la ejecución de dicho proyecto de explotación aurífera, genera con la ejecución de sus obras, impactos en los ecosistemas a corto, mediano y largo plazo, en los que se presenta una pérdida de especies de flora y fauna así como de servicios ecosistémicos de gran importancia, acorde con esto, se presentan unos impactos residuales, que no lograron ser evitados, corregidos y/o mitigados, y afectaciones que incluyen: pérdida de biodiversidad, previamente indicada como pérdida de flora y fauna, afectación a los cuerpos de agua debido a la remoción de sus coberturas vegetales protectoras, afectación a la calidad y estabilización de los suelos e indirectamente afectación a la calidad del aire debido a la pérdida de captación de dióxido de carbono, que ofrecía la cobertura vegetal aprovechada.

Conformemente, si la explotación minera ocasiona estos impactos que son de importancia para el equilibrio ecosistémico del valle de Higabrá; dichas compensaciones ambientales se convierten en una herramienta de gestión dirigidas a la restitución de la composición, estructura y funcionalidad de los ecosistemas intervenidos a través de la formulación de acciones o estrategias de restauración, rehabilitación, enriquecimiento o preservación de los ecosistemas

equivalentes afectados. En tal sentido, se hace necesaria la implementación de un plan de compensación, que para el FG Mining Group Corporation CI LTDA (2019) es: “Las compensaciones ambientales consisten en las acciones que tienen como objetivo principal, resarcir los impactos o efectos negativos que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos, y que por ende conlleven a la pérdida de biodiversidad en los ecosistemas naturales terrestres (p. 5)”.

Teniendo en cuenta la importancia de este Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad de la Mina Buriticá de la compañía Zijin Continental Gold, los elementos técnicos, legales y financieros, deben estar direccionado a las acciones necesarias para la compensación y el monitoreo y seguimiento en el tiempo que aseguren el cumplimiento de los indicadores contenidos en el mismo y su sostenibilidad ambiental.

Sin embargo, la ejecución de un plan de compensaciones es la tarea más compleja del mismo, así como el garantizar el cumplimiento de lo propuesto, aquí la importancia del plan de monitoreo y seguimiento el cual contiene indicadores que permiten hacer una evaluación del cumplimiento del proyecto, facilita determinar si es exitoso o por el contrario se deben realizar los correctivos necesarios en caso de no alcanzar los objetivos esperados y evitar cometer los mismos errores en próximos proyectos (Ríos, 2013).

Por lo tanto, para un país que basa su economía en actividades extractivas y de infraestructura como lo es Colombia, es importante que se pueda garantizar la correcta ejecución de estas compensaciones, ya que está biodiversidad es clave para mantener el equilibrio y los servicios ecosistémicos, permitiendo a las comunidades actuales y futuras el goce y disfrute de vivir en un país mega diverso.

3 Justificación

Colombia es un país rico en biodiversidad, dentro de su territorio se pueden observar diferentes tipos de ecosistemas que albergan especies de flora que son de gran importancia para el mundo, muchas de ellas endémicas, lo cual genera en el país una mayor responsabilidad para su conservación, por lo tanto, el cuidado y protección de la flora se ha convertido en un reto tanto para las comunidades como para las entidades del orden privado y público.

Dicho lo anterior, las compensaciones ambientales cada día juegan un papel importante en la sostenibilidad ambiental de los diferentes proyectos de desarrollo económicos asociados al sector de infraestructura, explotación de hidrocarburos o minera entre otros, por consiguiente los planes de compensación son un conjunto de medidas cuyo propósito es asegurar que los diferentes impactos ambientales ocasionados por estos proyectos sean compensados mediante acciones de restauración, mitigación o preservación de un ecosistema equivalente al lugar impactado.

Sin embargo, científicos, titulares de derechos locales y ONG han criticado con frecuencia las compensaciones por pérdida de biodiversidad porque a menudo no contribuyen a la conservación de la biodiversidad y tienen importantes repercusiones sociales y culturales negativas,(Global, 2022) así mismo su efectividad ha sido puesta en duda por la academia, las comunidades locales e incluso por la autoridades ambientales (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2016).

Es así como el presente estudio busca evaluar qué elementos del plan de compensación por pérdida de biodiversidad de la Mina Buriticá de la compañía Zijin Continental Gold, contribuyen con la sostenibilidad ambiental del ecosistema zonobioma alterno higrico subxerofítico, a partir de la identificación de los indicadores de seguimiento para el recurso

flora, que permitan evidenciar factores como avance de la compensación, aplicabilidad y la No Pérdida Neta de la Biodiversidad, seguidamente el análisis desde la sostenibilidad ambiental del plan de monitoreo y seguimiento, así como los indicadores propuestos, y finalmente proponer modificaciones desde la sostenibilidad ambiental a los indicadores y el plan de monitoreo y seguimiento propuestos en el plan de compensación.

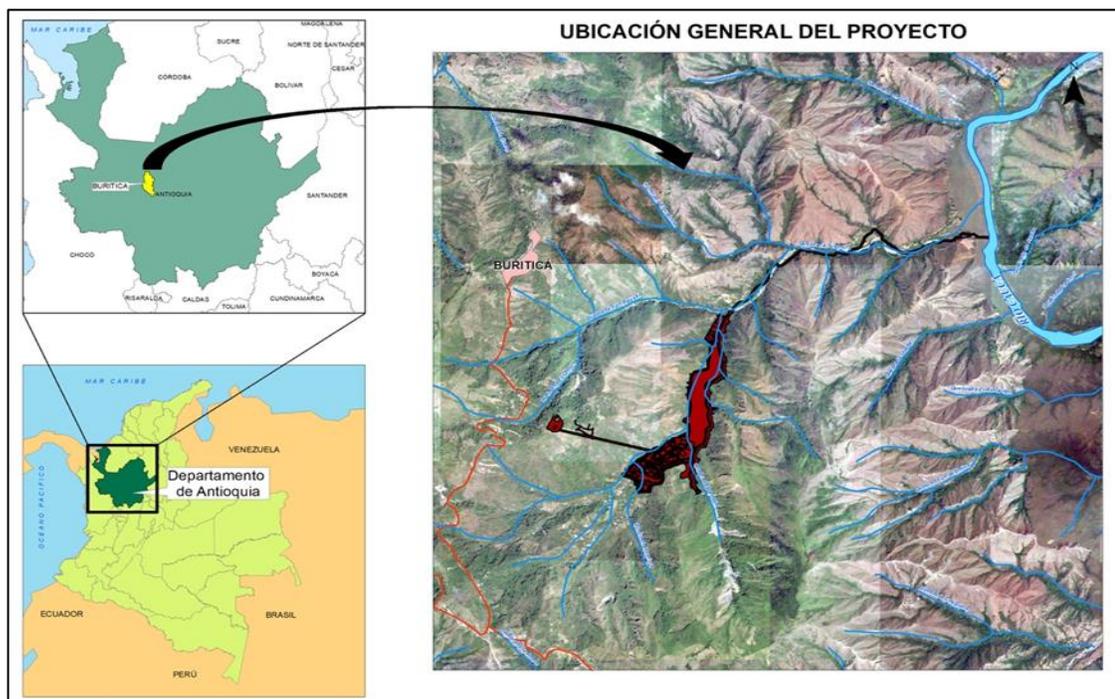
4 Antecedentes

4.1 Proyecto Buriticá Zijin- Continental Gold

El Proyecto Buriticá constituido según el título minero P7495 por una mina subterránea de materiales preciosos y una mina aluvial para materiales de construcción, está localizado en la latitud de 6,75° Norte y longitud de 75,90° Oeste, y a una elevación de entre 600 m.s.n.m. y 2.200 m.s.n.m. en el noroeste de Colombia. Se localiza 2 km al sur del municipio de Buriticá (Figura 1) en el noroccidente del departamento de Antioquia. El municipio de Buriticá posee una extensión de 364 km² de los cuales 0,615 km² corresponden al casco urbano (0,17%) y limita con los municipios de Cañasgordas al occidente, al sur con Giraldo y Santa Fe de Antioquia, al norte con Peque y al oriente con Sabanalarga y Liborina. La ciudad de Medellín se encuentra aproximadamente a 72 km al sureste del sitio del proyecto (PCPB,2021)

Figura 1.

Ubicación del proyecto y acceso local



Nota. Obtenido de Zijin- Continental Gold (2022)

El municipio de Buriticá tiene cinco corregimientos, El Naranjo, Guarco, Tabacal, Llanos de Urarco y La Angelina, y 32 veredas, entre ellas Higabra, La Vega, Mogotes, La Cordillera, Carauquia, Las Brisas, El Guaimaro, Llano Grande, Llano Montaña, Sincierco, Los Arados, Bubará, Los Asientos, Siará, Alto del Obispo, Murrupal, Urarco, El yacimiento de metales preciosos se encuentra localizado al sur del área urbana del municipio, en el corregimiento El Naranjo, sobre la vereda Los Asientos. Por su parte el yacimiento de materiales de construcción se encuentra localizado en el valle de Higabra (Zijin- Continental Gold, 2022)

4.2 Caracterización del Sitio Objeto de Compensación

A partir de la revisión de información consignada en el documento “Ecosistemas continentales costeros y marinos de Colombia” y el cruce de las áreas definidas para la compensación por pérdida por la biodiversidad establecidas en el manual de compensaciones por pérdida de biodiversidad, se pudo establecer los biomas y ecosistemas para estas áreas, de esta manera se obtienen el Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca y el Orobioma bajo de los Andes.

4.2.1 Orobioma bajo de los Andes

El Orobioma bajo de los Andes posee una extensión de 14.035.898 ha y se caracteriza por poseer principalmente climas templado seco (25%), templado húmedo (22%), templado muy húmedo (20%) y, en algunos sectores, climas cálido húmedo (14%) y cálido muy húmedo (10%). Se localiza aproximadamente entre los 500 y 1.800 msnm, donde se presentan temperaturas superiores a 18 grados. El 51% del Orobioma se encuentra sobre la unidad geomorfológica de montaña fluviogravitacional y el 47% sobre montaña estructural erosional. Presenta coberturas de la tierra tales como bosques naturales (35%), pastos (23%), vegetación secundaria (20%) y áreas agrícolas heterogéneas (10%) (IDEAM, 2007).

4.2.2 *Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca*

Este bioma se caracteriza por contar con dos tipos sobresalientes de clima: templado seco (63%) y templado húmedo (30%). Se encuentra principalmente sobre cuatro unidades geomorfológicas: planicies aluviales (41%), altiplanicies estructurales erosionales (26%), piedemontes coluvio-aluviales (17%) y valles aluviales (5%). Está cubierto predominantemente por pastos (33%), cultivos permanentes y semipermanentes (32%), cultivos anuales o transitorios (16%) y vegetación secundaria (9%). Para el sitio objeto de compensación este bioma se encuentra representado en el municipio de Buriticá en la Vereda Mogotes en un área de 47,57 hectáreas. (IDEAM, 2007).

En la siguiente tabla se puede apreciar el número de hectáreas que se representan de cada bioma en cada uno de los polígonos de compensación en el municipio de Buriticá.

Tabla 1.

Poligonos del Municipio Buriticá

Departamento	Municipio	Vereda	Hectáreas	Bioma
Antioquia	Buriticá	Mogotes	47,57	Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca (ZHATVC)
		Quele	185,8	Orobioma bajo de los Andes (OBA)
		El Aguacatal	98,67	
TOTAL ÁREA DISPONIBLE			332	
TOTAL DE ÁREA A COMPENSAR			326,3	
			2	

Nota. Obtenido de Plan de compensación por pérdida de biodiversidad Zijin- Continental Gold (2021)

Para la selección de las áreas a compensar la empresa Zijin- Continental Gold inició la búsqueda de áreas acotando todos los sitios disponibles que cumplieran con equivalencia ecosistema dentro del área de influencia directa del proyecto; además de esto se analizó la importancia de los ecosistemas estratégicos o vulnerables y la existencia de otras compensaciones desarrolladas en la zona con el fin de sumar áreas a estas iniciativas ya adelantadas.

Por lo tanto, después de un análisis detallado de las posibles áreas de compensación se determinaron dos sitios de compensación para cumplir con la obligación de Compensación por Pérdida de Biodiversidad, la cual abarca un total de 326, 32ha (ecosistemas naturales 215,76 ha y no naturales 110,56ha) cumpliendo a cabalidad con lo expuesto en la Resolución 01443 de 30 de noviembre de 2016, Resolución 01685 de 21 de diciembre de 2017 emitidas por la ANLA e implementando los lineamientos establecidos en el manual de compensaciones ambientales del componente biótico, acogido mediante la resolución 0256 del 22 de febrero del 2018 y 1428 de 31 de julio de 2018; y acogiendo los lineamientos y directrices consagrados en el manual de compensaciones por pérdida de la biodiversidad, Resolución MADS N°1517 del 31 de agosto de 2012.

4.3 Compensaciones Ambientales en Colombia

A nivel nacional, las compensaciones ambientales están definidas en los artículos 8, 58, 79, 80 y 95 de la Constitución Política y en la Ley 99 de 1993 –en el Título VII referente al proceso de licenciamiento ambiental–. Los mecanismos para su aplicación están enmarcados en la licencia ambiental, la sustracción de áreas de reserva forestal, el aprovechamiento forestal y la compensación por aprovechamiento de especies amenazadas o vedas (Sarmiento, 2014).

A partir del año 2012, mediante la expedición de la resolución 1517, el MADS adoptó el Manual de Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad (MACPB), el cual establece la obligatoriedad de realizar las compensaciones ambientales bajo el principio de “no pérdida neta de biodiversidad” y “equivalencia ecosistémica” (MADS, 2012) en proyectos de gran envergadura, obligados a obtener licencia ambiental con competencia de la ANLA (Sarmiento, 2014). El cual a su vez es modificado por la resolución Resolución 0256 del 22 de febrero del 2018 y 1428 de 31 de julio de 2018 donde se adopta el Manual de Compensaciones del Componente Biótico, el cual hace extensiva la aplicación de la metodología de compensaciones ambientales competencia de la corporaciones autónomas regionales, del mismo el fortalecimiento a elementos conceptuales en la implementación bajo los principios de “no pérdida de biodiversidad o ganancia neta”, “equivalencia ecológica”, “adicionalidad” y “sostenibilidad”.

En este sentido, Sarmiento (2014) menciona que: “Deben ser aseguradas mediante acuerdos de conservación, servidumbre ecológica o establecimiento de áreas protegidas y se deben realizar actividades de conservación, restauración, rehabilitación, recuperación, herramientas de manejo especial y saneamiento” (p. 8).

Por otro lado, la Constitución Política de Colombia (2016) en su Ley 1450 de 2011 del artículo 204, expresa que: “La autoridad ambiental impondrá las medidas de restauración y reparación a que haya lugar por sustracción temporal o definitiva” (s/p). Significa entonces que, Zijin-Continental Gold deberá buscar la forma de compensar estas situaciones, las cuales serán realizadas en compañía a la comunidad de las veredas Angelina y Mogotes, haciéndolos parte de las acciones que garanticen áreas ecológicamente equivalentes, entendiéndose por áreas ecológicamente equivalente a las áreas que mantienen atributos ecológicos similares o mejores al

área impactada (MADS,2018), para que la implementación de estas acciones sean realmente eficaces, se debe recurrir al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) ya que señala que son los responsables de evaluar las acciones de compensación en las áreas impactadas.

Ante la situación planteada, la compañía Zijin-Continental Gold deberá caracterizar una línea base del medio biótico, así como la identificación, evaluación y valoración de los impactos ocasionados por la actividad, lo cual permita establecer estrategias o medidas encaminadas a la prevención, mitigación y corrección de los mismos de tal manera se planteen escenarios con y sin la compensación que demuestre efectivamente la intervención.

Es así como el plan de compensación ambiental es aquel que permite la implementación de medidas de restauración y conservación en un área ecológicamente similar al afectada, la cual se evidencia a través de las acciones que permitan establecer de forma clara y concisa su acción, modo, mecanismo y forma, así como su sostenibilidad según lo establecido en el Manual de compensaciones para el componente biótico (2018) , en la siguiente tabla se puede observar los contenidos generales para la compensación por pérdida de biodiversidad según lo descrito por el manual 2012 y por el manual 2018.

Tabla 2.

Contenidos generales para la compensación por pérdida de biodiversidad según lo descrito por el manual 2012 y por el manual 2018.

Manual 2012	Manual 2018
IMPACTO	
--	Identificación de los impactos no evitados, mitigados o corregidos.

--	Objetivos y alcance del plan de compensación.
LOCALIZACION	
georreferenciado a escala cartográfica mínima 1:10.000 que permita una definición clara.	Localización preliminar de las áreas para la Implementación de las medidas de compensación. Las áreas detalladas serán presentadas en el marco del seguimiento y ejecución del plan.
Información detallada del tipo de ecosistema, estructura, contexto paisajístico, composición y riqueza de especies, entre otros. Se presentará conforme a los términos de referencia para el componente biótico en la línea base en el proceso de licenciamiento.	Información de las áreas ecológicamente equivalentes para compensación (tipo de ecosistema, estructura, condición, composición y riqueza de especies, entre otros) a la escala más detallada posible.
DEFINICIÓN DE ACCIONES ORIENTADAS A	
1. Conservación. 2. Restauración.	1. Preservación. 2. Restauración. 3. Uso sostenible.
DEFINICIÓN DE MODOS (INCORPORADO POR EL MANUAL 2018)	

<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos de conservación. • Servidumbres ecológicas. • Incentivos para el mantenimiento y conservación de las áreas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos de conservación. • Servidumbres ecológicas. • Pagos por servicios ambientales. • Arrendamiento. • Usufructo. • Compra de predios.
<p>SE DEBE PRESENTAR</p>	
<p>Documento de acuerdo y compromiso con las respectiva entidad territorial o autoridad ambiental, propietarios privados, poseedores o tenedores, comunidades indígenas o negras, en que se garantice la no enajenación de los predios o su invasión por terceros y la destinación exclusiva a conservación.</p>	<p>Propuesta de las acciones de compensación y los resultados esperados que contendrá el cronograma de implementación.</p> <p>Se incluirán los criterios para seleccionar los predios y los posibles beneficiarios.</p>
<p>DEFINICIÓN DE MECANISMOS O ESQUEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS</p>	
<p>Esquemas de administración de recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esquema de manejo de recursos tipo fondo fiduciario u otro. 	<p>Mecanismos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ejecución directa. • Ejecución a través de operadores: <p>constituir un encargo fiduciario</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Convenio entre el usuario y un fondo ya establecido para que administre y ejecute los recursos. • Ejecución directa de recursos. 	<p>en convenio/contrato con ONG, comunidades organizadas, universidades, entre otros.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fondos públicos o privados (fondos ambientales). • Bancos de hábitat. • Bosques de Paz.
<p>CRONOGRAMA</p>	
<p>Cronograma de actividades.</p>	<p>Cronograma preliminar de implementación, monitoreo y seguimiento de las acciones de compensación, donde se identifiquen de forma clara los hitos que ayuden a determinar el estado de cumplimiento del plan.</p>
<p>MONITOREO Y SEGUIMIENTO</p>	
<p>Diseño del programa de monitoreo por un periodo no inferior al de duración o vida útil del proyecto, obra o actividad.</p>	<p>Plan de monitoreo y seguimiento en función de la eficacia, eficiencia e impacto del programa de compensación</p>
<p>PLAN DE MANTENIMIENTO</p>	
<p>Propuesta de mantenimiento con su respectivo plan operativo y de inversiones por un periodo no inferior al de duración o vida útil del proyecto, obra o actividad</p>	<p>Evaluación de los potenciales riesgos bióticos, físicos, económicos, sociales de la implementación del plan de compensación y una propuesta para minimizarlos.</p>

EVALUACIÓN DE RIESGOS	
--	Evaluación de los potenciales riesgos bióticos, físicos, económicos, sociales de la implementación del plan de compensación y una propuesta para minimizarlos
PLAN OPERATIVO Y DE INVERSIONES	
Plan operativo y de inversiones no inferior al de duración o vida útil del proyecto, obra o actividad.	Plan operativo y de inversiones del plan de compensación. Esta información se presentará a modo de referencia para la autoridad ambiental. Por lo tanto, el cumplimiento se dará de acuerdo con la vida útil del proyecto, obra o actividad, y hasta que se demuestre el logro de los objetivos propuestos en el plan de compensación conforme a la línea base del área impactada.
SOSTENIBILIDAD	
En el caso de las acciones de restauración se deberá garantizar el proceso de restauración, mediante mecanismos de entrega (área protegida pública o privada o acuerdos de conservación voluntarios).	Propuesta de manejo a largo plazo.

Nota. Obtenido de Vargas y González (2020).

4.4 Marco Normativo

En Colombia existen varios tipos de compensaciones ambientales, como son las generadas por impactos no mitigables de proyectos, obras o actividades sujetas a licenciamiento ambiental, las derivadas de sustracción de reservas forestales o cambio de uso del suelo o por el aprovechamiento de los bosques naturales, o también por el levantamiento de vedas.

En efecto, mediante la expedición de la resolución 1517 de 2012 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) adopta el Manual de Asignación de Compensaciones Ambientales Por Pérdida de Biodiversidad (MACPB), en marcado bajo el principio de “no pérdida neta de biodiversidad” y “equivalencia ecosistema” (MADS, 2012), en proyectos de gran impacto a obtener licencia de la ANLA según lo dispuesto en el decreto 2041 de 2014.

Asimismo, según el Decreto 2041 de 2014 (2014) en su artículo 1º, define que las medidas de compensación están definidas como:

“Las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no pueden ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos” (s/p).

De esta manera, en la siguiente tabla se observa los diferentes tipos de compensación ambientales en Colombia según el tipo de actividad:

Figura 2.

Tipos de compensación ambientales en Colombia según el tipo de actividad

Instrumento/ Actividad	Norma legal	Reglamento	Hecho generador	Tipo de compensación/ obligación ambiental	Autoridad ambiental
Licencia ambiental	Ley 99 de 1993, arts. 49 a 57	Decreto 1076 de 2015 Resolución 1517 de 2012 Resolución 256 de 2018 del MADS	Aprovechamiento, uso, afectación de recursos naturales renovables	Compensación por pérdida de diversidad	ANLA, CAR
Permisos ambientales	Decreto Ley 2811 de 1974	Decreto 1076 de 2015	Aprovechamiento, uso, afectación de recursos naturales renovables	Compensación por aprovechamiento forestal único	CAR
		Resolución 256 de 2018 del MADS (tratándose de permisos de aprovechamiento forestal único)			
Sustracción áreas de reserva forestal	Decreto Ley 2811 de 1974 (art. 210) Ley 1450 de 2011 (art. 204)	Resolución 1526 de 2012 del MADS	Exclusión de zonas de áreas de reserva forestal para desarrollo de proyectos de utilidad pública	Compensación por sustracción de áreas protegidas nacionales	MADS
		Resolución 256 de 2018 del MADS (que modifica la Resolución 1526 de 2012)		Compensación por sustracción de áreas protegidas regionales	CAR
Levantamiento de la veda	Decreto Ley 2811 de 1974		Eliminación de especies sobre las cuales existe prohibición de aprovechamiento	Levantamiento de veda	MADS
	Decreto 3570 de 2011				CAR
	Decreto 2106 de 2019, capítulo IX parágrafo 2, art. 125		Eliminación del permiso de levantamiento de veda		

Nota. Obtenido de Vargas y González (2020)

En pro de generar un balance entre el crecimiento económico y la conservación ambiental, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, establece la resolución 1517 de 2012, *“por medio del cual se adopta el manual para la asignación de compensación por pérdida de Biodiversidad”*, en este se precisa que toda obra o actividad licenciada por el ANLA, debería realizar acciones de compensación por pérdida de biodiversidad, mediante la presentación del procedimiento que indique el área a compensar, identificación de las áreas equivalentes y la descripción de las acciones o medidas de compensación, según lo establecido por el manual.

Posteriormente, a través de la resolución 256 de 2018 el ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible actualizo la reglamentación de las compensaciones bióticas y adopta el Manual de Compensaciones del Componente Biótico, el cual tiene como novedad la extensión a todas las autoridades ambientales del país así mismo la inclusión de compensaciones por permiso de aprovechamiento forestal y sustracciones de área temporales o definitivas de reservas forestales, del mismo modo modifica las estrategias de compensación hacia el concepto de cuatro aspectos acción, modo, mecanismo y forma, así como el uso sostenible del mismo como medida complementaria.

4.5 Elementos que Orientaron el plan de Compensación

Las compensaciones ambientales en su implementación requieren un trabajo multi-actor y escenarios regionales innovadores que permitan crear confianza y generar una comunidad de práctica para la mejora continua. Es así como las alianzas entre instituciones, gremios, empresas y organizaciones y sociedad civil, muestran un camino hacia la construcción corresponsable de reglas, que contribuyen a los objetivos de conservar, restaurar y usar sosteniblemente la biodiversidad, e impulsan esquemas que maximizan el impacto positivo del sector productivo en los territorios (Corzo y otros, 2018, p. 40).

En referencia a esto, existen unos principios que orientan el sistema de compensación sobre el proyecto de Buriticá y la aplicación del Plan de Compensación diseñado, los cuales se caracterizan por definir la no pérdida neta de biodiversidad y la descripción de la jerarquía de mitigación, junto con el impacto que pueda llegar a tener, adicionalidad y equivalencia ecosistémica. A lo largo de los planteamientos hechos, la equivalencia ecológica y el plan de monitoreo serán claves para conocer a profundidad el proceso, sirviendo para la empresa compañía Zijin-Continental Gold, que es la que maneja la Mina Buriticá.

Para continuar con esto, se cita a Silva, Corzo y Portocarrero (2016) quienes argumentan que: “La necesidad de hacer ajustes conceptuales, de manera que permitan distinguir claramente las compensaciones por pérdida de biodiversidad de las obligaciones financieras de los proyectos, teniendo en cuenta que lo que se debe compensar es la biodiversidad” (p. 9). Significa entonces que, esta evaluación y comparación con los demás manuales que han sido beneficiosos en ciertas empresas, se utilizan con la intención de poder implementar trabajos de minería en territorios que pueden ser negativos para el medio ambiente, buscando sacar el mayor provecho y recompensar de una manera sostenible para el medio ambiente.

Para poder cumplir con esto, se debe reconocer lo que mencionan los siguientes aportes jurídicos o referenciales, y esto son:

- Manual de Compensaciones por Pérdida de la Biodiversidad en la Resolución MADS N°1517 del 31 de agosto de 2012.
- Resolución 01443 de 30 de noviembre de 2016
- Resolución 01685 de 21 de diciembre de 2017 emitidas por la ANLA e implementando los lineamientos establecidos en el
- Manual de Compensaciones del Componente Biótico 2018 en la Resolución 0256 del 22 de febrero del 2018 y 1428 de 31 de julio de 2018

En este mismo orden de ideas, el Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad y Otras Obligaciones Ambientales del Proyecto Minero Explotación Aurífera Buriticá (2021) señala que: “Se determinaron dos sitios de compensación para cumplir con la obligación de Compensación por Pérdida de Biodiversidad, la cual abarca un total de 326,32ha (ecosistemas naturales 215,76 ha y no naturales 110,56ha)” (p.73). En definitiva, es indispensable compensar como se menciona anteriormente para poder cumplir con las licencias ambientales, por ser las

que dan cavidad a la realización de proyectos mineros, como también la necesidad de contribuir con el ambiente que es el que genera vida a los seres vivos en general.

4.5.1 No Pérdida Neta de Biodiversidad

La no pérdida neta de biodiversidad se puede establecer como la base de la compensación, la cual se dirigen a que el estado de las ganancias de actividades e de compensación, sean iguales a las pérdidas de biodiversidad causadas por el proyecto, buscando con ello que no haya una pérdida en cantidad y condición de la biodiversidad.

La pérdida o ganancia neta está referida a los resultados obtenidos en el área en la que se implementan las medidas de compensación, respecto a un ecosistema de referencia o en áreas contiguas que generen conectividad entre ecosistemas complementarios desde un análisis ecológico del paisaje (Manual de Compensaciones del Componente Biótico, 2012, p. 15).

Se puede observar que el Proyecto aurífero Buriticá de Zijin- Continental Gold, en cuanto a las acciones que eviten la pérdida de biodiversidad implemento medidas para reparar o corregir los daños relevantes tanto de la biodiversidad como de los servicios ecosistémicos que fueron impactados por el desarrollo del proyecto. Esto a través de la implementación de fichas de manejo y/o programas que se establecen para los diferentes medios abióticos, bióticos y socioeconómicos impactados por el proyecto.

4.5.2 Jerarquía de la Mitigación

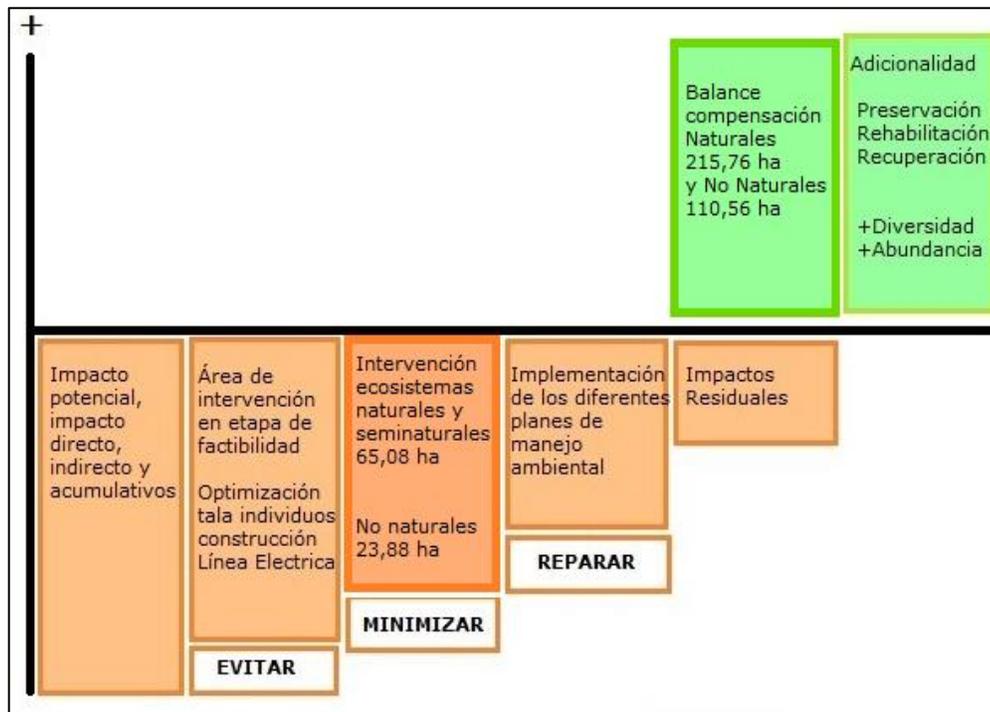
Este elemento fundamental en la estructuración del plan de compensación específicamente en la fase de estructuración del proyecto, y del estudio del impacto ambiental ocasionado por el desarrollo del mismo, esto en consideración que la jerarquía de la mitigación define las alternativas de prevención, mitigación, corrección y compensación sobre el o los impactos ambientales que puede ocasionar el desarrollo de un proyecto y las consecuencias que esto trae consigo, De esta manera, el Manual de Compensaciones del Componente Biótico

(2018) expresa que: “Su propósito es prevenir los impactos ambientales, minimizar y corregir aquellos que no puedan prevenirse y, como última medida, compensar aquellos impactos imposibles de prevenir, minimizar o corregir” (p. 16).

Para el caso del proyecto de Explotación Aurífera Buriticá de la empresa Zijin- Continental Gold se expone a continuación la jerarquía de mitigación de impactos en el marco de este proyecto de explotación minera.

Figura 3.

Jerarquía de la mitigación proyecto de explotación aurífera Buriticá



Nota. Obtenido de PCPB (2021)

Teniendo en cuenta el gráfico anterior, se puede observar que el Proyecto aurífero Buriticá de Zijin- Continental Gold realizó la jerarquía de la mitigación con el fin de que los impactos residuales sean menores. Para ello se evitaron algunos impactos de flora y fauna

mediante la optimización de tala de individuos en la construcción de la línea eléctrica, la cual tuvo menor cantidad de aprovechamientos de individuos arbóreos conservando de esta manera especies de importancia para el bosque seco tropical evitando del mismo modo que la fauna tenga mayores impactos.

4.5.2.1 Impactos Evitados

En cuanto a las medidas adoptadas por Zijin- Continental Gold para anticipar y prevenir los impactos negativos sobre la biodiversidad, se optimizó lo referente al aprovechamiento forestal con el diseño de la línea de transmisión de energía 33km (110 Kv) ya que hace parte de una de las obras de vital importancia para su funcionamiento.

4.5.2.2 Impactos Minimizados

Esta etapa se basa en la implementación de medidas que reducen la duración, intensidad o extensión del impacto (incluidos los impactos directos, indirectos y acumulativos según sea el caso).

Con base a esto, para la mitigación de impactos se realizaron diseños de explotación minera en cada una de las obras del proyecto, reduciendo con esto la generación de impactos negativos a la biodiversidad, del mismo se crearon diferentes programas de manejo ambiental.

4.5.2.3 Impactos Reparados o Corregidos

Hace referencia a todas las medidas adoptadas para reparar o corregir los daños relevantes tanto de la biodiversidad como de los servicios ecosistémicos que se fueron impactados por el desarrollo del proyecto.

Para la corrección de estos impactos se propone la implementación de fichas de manejo y/o programas que se establecen para los diferentes medios abióticos, bióticos y socioeconómicos impactados por el proyecto, donde estas acciones van direccionadas a la

corrección a la de impactos por la modificación por pérdida de cobertura vegetal, fragmentación de hábitats y pérdida de especies.

4.5.2.4 Impactos Residuales

Hace referencia aquellos impactos que no pueden ser evitados, minimizados o reparados a fin de alcanzar la no pérdida neta de biodiversidad, tomando en cuenta lo anterior se hace necesario la implementación del plan de compensación por pérdida de biodiversidad- PCPB con el fin de garantizar la no pérdida neta de biodiversidad.,

4.5.2.5 Alteración del paisaje

El proyecto de explotación aurífera Buriticá con la actividad de desmonte de material de arrastre produce un impacto visual por la presencia de suelo desnudo con el paisaje circundante en el cual predominan las coberturas vegetales. Además de esto el desvío y canalización de las quebradas Sauzal y Bermejil es también causa de contraste, en ambos casos la infraestructura y canales se verán como elementos introducidos en el paisaje que es meramente rural.

4.5.2.6 Afectación de la cobertura vegetal

El proyecto de explotación aurífera Buriticá al ejecutar tanto las actividades de remoción de vegetación y descapote como la disposición de materiales de excavación (instalación de la tubería y las pilonas del cable aéreo) causará una afectación en las coberturas vegetales existentes, cambiando completamente sus características en aquellos sitios donde serán remplazadas por las obras superficiales del proyecto siendo imposible su recuperación.

4.5.2.7 Afectación de especies de flora alto valor

Como se nombró anteriormente el desarrollo de las obras del proyecto genera una afectación en las coberturas vegetales y por ende una pérdida de especies de alto valor de conservación tanto de flora como de fauna.

4.5.2.8 Afectación de hábitats de fauna terrestre

Con la remoción de vegetación y descapote requeridos para la construcción de las obras del proyecto, es necesario afectar coberturas naturales, especialmente bosques de galería riparios (Bgr), que ofrecen hábitat para fauna.

4.6 Adicionalidad

La adicionalidad se logra cuando se cumple la siguiente condición: la compensación permite alcanzar resultados concretos en la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, los cuales no existirían en ausencia de dicha compensación (BBOP, 2012). Es decir que los resultados obtenidos de la compensación sean adicionales, si no se hubiese realizado esta, por lo cual se debe establecer como primera medida el levantamiento de una línea base, sobre la cual se pueda demostrar el efecto de la compensación.

Para todos los polígonos propuestos para el desarrollo de la compensación, al reducir la presión antrópica en el área, se favorecerán los procesos de sucesión natural, permitiendo el incremento de áreas de interior que puedan ofrecer mejores condiciones de hábitat para las especies que tienen mayores requerimientos. Así mismo, se fomenta la recuperación de los bosques de galería asociados a los cuerpos de agua presentes en el predio, los cuales actúan como corredores de movilidad de la fauna y flora en las microcuencas y favorecen la protección del recurso hídrico.

4.7 Equivalencia Ecosistémica

Este criterio permite la identificación del tipo elementos de la biodiversidad a compensar, así como del área geográficas a realizar, partiendo que La equivalencia ecológica se establece en la comparación de dos áreas de ecosistemas naturales o vegetación secundaria, que compartan similitudes en términos de biodiversidad, condiciones ambientales y servicios ecosistémicos (BBOP, 2012).

La compensación por pérdida de la biodiversidad del proyecto de Explotación Aurífera Buritica debe dirigirse a conservar áreas ecológicamente equivalentes a las afectadas en aquellos lugares que representen la mejor oportunidad de conservación. Por esta razón la compensación se va a realizar en tres polígonos: Quele, Mogotes y Aguacatal Ubicados en el municipio de Buritica.

4.7.1 Criterios de Selección de Áreas Polígonos Quelé, Mogotes y Aguacatal

- Ser el mismo ecosistema natural afectado: los biomas que fueron afectados por el proyecto son el Orobioma Bajo de los Andes y el Zonobioma Alternohigrico.
- Deben estar ubicadas dentro de la misma subzona hidrográfica donde se desarrolla el proyecto: los polígonos de compensación Quelé, Mogotes y Aguacatal se encuentran dentro de la subzona hidrográfica R. Cauca (mi), desde (loc.) Paso Real hasta (loc.) Pto. Valdivia, la misma en la que se encuentra el proyecto de explotación minera.
- Lograr el tamaño o área a compensar: Los polígonos de compensación Quelé, Aguacatal y Mogotes donde se propone realizar la compensación por pérdida de la biodiversidad cuentan con la suficiente área (Orobioma bajo de los Andes 278,75ha y Zonobioma alternohigrico 47,57 ha) para el desarrollo de las acciones de rehabilitación ecológica dando cumplimiento a lo estipulado en Resolución 01443 de 30 de noviembre de 2016 y la Resolución 01685 de 21 de diciembre de 2017 emitidas por la ANLA, las cuales establecieron una compensación de 215,76 ha por ecosistemas naturales y 110,56ha por ecosistemas no naturales. De este modo los polígonos de Quelé, Aguacatal y Mogotes suplen con el total del área de compensación requerida por la autoridad ANLA.

- Lograr recuperar los atributos del ecosistema como su funcionalidad, condición y contexto paisajístico: Las acciones de compensación que serán implementadas en los polígonos de compensación Quelé, Aguacatal y Mogotes están dirigidas a la conservación y recuperación de las áreas boscosas existentes, así como la rehabilitación de las áreas disturbadas.
- Estar localizada cerca del área de influencia del proyecto: los polígonos de compensación de Quelé y Mogotes se encuentran en el área de influencia directa del proyecto de explotación minera y el polígono Aguacatal una parte en el área de influencia directa y otra parte en el área de influencia indirecta.
- Deben estar preferiblemente identificadas en el Plan Nacional de Restauración: En este sentido los polígonos de compensación no se cruzan con áreas priorizadas por el plan nacional de restauración, sin embargo, tienen cruces con el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales REAA y no presenta ningún cruce con el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP).

Conpes: Hace referencia a las áreas identificadas bajo la política CONPES 3680 mediante la cual se buscan establecer las directrices para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia, mediante la priorización de áreas para la conservación a nivel Nacional. Los polígonos de compensación Quelé, Mogotes y Aguacatal se encuentran dentro de las áreas CONPES.

4.8 Sostenibilidad Ambiental

Este criterio se incluyó en la Resolución 0256 del 22 de febrero del 2018 mediante el cual se adoptó el Manual de Compensaciones del Componente Biótico 2018, de esta manera se pretende que el plan de compensación cuente con las condiciones técnicas, financieras, administrativas y jurídicas que aseguren las acciones de prevención, mitigación, corrección y

compensación, así como el uso sostenible de los ecosistemas y su biodiversidad a corto, mediano y largo plazo.

Tomando en cuenta lo anterior la sostenibilidad del plan de compensación estará dada por tres aspectos determinantes como lo son el aspecto legal, el cual describe las condiciones normativas y jurídicas del área a realizar la compensación, el aspecto técnico el cual describe las estrategias o acciones a realizar para llevar a cabo la compensación y el aspecto financiero con el que se busca garantizar las acciones a corto, mediano y largo plazo.

5 Metodología

El presente estudio se llevó a cabo bajo un enfoque cualitativo, que permite que se estudie un problema con distintas opiniones, las cuales que pueden ser de forma abierta, siendo más libre y amplias, para que al finalizar se llegue a una conclusión concreta. Tomando en cuenta esto, es permitido considerar para la evaluación del plan de compensación conocer el Manual de Compensaciones del Componente Biótico (2012) y el Manual de Compensaciones del Componente Biótico (2018), siendo las referencias más importantes de referencia.

5.1 Método de Investigación

El método es el que permite identificar esas características que posee el ambiente en donde está presente el problema, siendo en este caso la futura efectividad de las propuestas realizadas en el plan de compensación por pérdida de biodiversidad de la Mina Buriticá de la compañía Zijin Continental Gold, relacionando este estudio con el método cualitativo de investigación documental, este método de investigación con enfoque exploratorio permitió la recolección y uso de documentos existentes para el análisis de los datos, de igual modo la aplicación del mismo posibilitó la construcción de las modificaciones desde la sostenibilidad ambiental a los indicadores y el plan de monitoreo y seguimiento propuestos en el plan de compensación por pérdida de biodiversidad, esta investigación se puede clasificar como:

5.2 Fuentes de Información

- Selección de material Se realizó recolección de documentación electrónica e impresa de revistas científicas, artículos especializados sobre compensaciones ambientales, documentos de tesis, normatividad colombiana y

publicaciones de instituciones académicas nacional e internacionales.

- **Revisión de material** En este paso se realizó la clasificación del material y se separaron por orden de importancia, la clasificación se basó en tres temas: generalidades de plan de compensación, efectividad de planes de monitoreo y seguimiento de planes de compensación y sostenibilidad ambiental en planes de compensación.
- **Organización** una vez se realizó la clasificación de las fuentes de información se comparó la información, con el objetivo de sustentar la efectividad de las propuestas realizadas en el plan de compensación.
- **Análisis de datos** Se analizó la información y se elaboró la respectiva evaluación de los elementos del plan de compensación por pérdida de biodiversidad de la Mina Buriticá de la compañía Zijin Continental Gold, así como el análisis desde la sostenibilidad ambiental, al plan de monitoreo y seguimiento, así como los indicadores propuestos para el recurso flora del ecosistema zonobioma alterno higrico subxerofitico.

Para el desarrollo de esta investigación se consultaron fuentes de información electrónica e impresas como revistas científicas, artículos especializados sobre compensaciones ambientales,

documentos de tesis, fuentes de información como, la ANLA, el MADS e instituciones académicas como el Instituto Alexander von Humboldt.

5.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se consultó la normatividad colombiana relacionada a la obligatoriedad de las acciones de compensación por pérdida de biodiversidad, así como los documentos realizadas por diferentes entidades e institutos, con el fin de determinar la efectividad de los planes de compensación, con la información consultada y análisis de la misma se elaboró una propuesta de modificaciones desde la sostenibilidad ambiental a los indicadores y el plan de monitoreo y seguimiento propuestos en el plan de compensación por pérdida de biodiversidad en la mina Buriticá de la compañía Zijin Continental Gold, la recolección de datos y análisis de los mismos se realizó así:

6 Resultados y Análisis

Para iniciar esta parte del estudio, se tuvo en cuenta el cumplimiento de la empresa Zijin Continental Gold - proyecto minero explotación Aurífera Buriticá, frente a la normatividad ambiental vigente en este sentido se evaluó el plan de compensación por pérdida de biodiversidad presentado a la Agencia Nacional de Licencias Ambientales ANLA, en concordancia a los lineamientos establecidos en el Manual de Compensaciones para el Componente Biótico, 2018, observándose estos en la siguiente tabla:

Tabla 3.

Evaluación del plan de compensación proyecto minero aurífero Buritica Vs. Manual de Compensaciones para el Componente Biótico, 2018

ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	CUMPLIMIENTO
Impacto	Identificación de los impactos no evitados, mitigados o corregidos.	El documento presenta una clara identificación de los impactos evitados el referente al aprovechamiento forestal con la línea de transmisión de energía, así mismo en los impactos minimizados se abarcaron diferentes programas de manejo ambiental tanto para el medio abiótico como biótico de la Licencia ambiental y la modificaciones aprobadas, en cuanto a los impactos corregidos

		mediante la implementación de fichas de manejo y/o programas que se establecen para los diferentes medios abióticos, bióticos y socioeconómicos impactados por el proyecto.
Objetivo y Alcance	Objetivos y alcance del plan de compensación.	Los objetivos y alcance, permite consolidar un proyecto que se considera técnicamente factible, económicamente viable, con impactos sociales positivos y efectos ambientales controlables
Localización	Localización preliminar de las áreas para la implementación de las medidas de compensación. Las áreas detalladas serán presentadas en el marco del seguimiento y ejecución del plan.	Para la selección de las áreas a compensar la empresa Zijin-Continental Gold realizo la búsqueda de áreas que cumplieran con equivalencia ecosistema dentro del área de influencia directa del proyecto. Sin embargo, cabe recalcar que la dificultad por encontrar áreas dentro del área de influencia directa del proyecto fue alta, debido a la presencia de

		<p>minería ilegal y tierras baldías, por lo cual se establece área de influencia directa e indirecta del proyecto minero. la cual abarca un total de 326, 32ha (ecosistemas naturales 215,76 ha y no naturales 110,56ha).</p>
<p>Descripción del Tipo de Ecosistema</p>	<p>Información de las áreas ecológicamente equivalentes para compensación (tipo de ecosistema, estructura, condición, composición y riqueza de especies, entre otros) a la escala más detallada posible.</p>	<p>Para la selección de áreas ecológicamente equivalente, se establecieron criterios de selección de áreas de polígonos así mismo se realiza la caracterización del sitio objeto de compensación se dividió en tres polígonos: Quelé, Mogotes y Aguacatal ubicados en el municipio de Buritica. Se realizaron caracterizaciones bióticas en donde se estudió flora y fauna (herpetos, aves y mamíferos).</p>
<p>Definición de Acciones Orientadas</p>	<p>son la preservación, restauración en sus diferentes</p>	<p>Se plantean las acciones de compensación enfocadas a la</p>

	<p>enfoques (restauración, rehabilitación y recuperación), y el uso sostenible</p>	<p>preservación y la rehabilitación ecológica de las áreas propuestas, Los predios Quele, Mogotes y Aguacatal se caracterizan por haber sido áreas usadas en ganadería extensiva, dejando zonas de bosques que rodean los cuerpos de agua permanentes e intermitentes. Razón por la cual, las acciones se deben enfocar en la restauración ecológica para restablecer los atributos ecosistémicos que se degradaron o parcial o totalmente</p>
<p>Definición de Modos (Incorporado por el Manual 2018)</p>	<p>son alternativas de manejo que permiten la implementación de las acciones de compensación en las áreas definidas para tal fin.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos de conservación. • Servidumbres ecológicas. 	<p>No hay establecido con claridad alternativas que permitan la implementación del plan, se plantea la selección del modo a compensar una vez se apruebe el plan de compensación por parte del ANLA.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Pagos por servicios ambientales. • Arrendamiento. • Usufructo. • Compra de predios. 	
<p>Forma de implementación</p>	<p>Propuesta de las acciones de compensación y los resultados esperados que contendrá el cronograma de implementación.</p> <p>Se incluirán los criterios para seleccionar Los predios y los posibles beneficiarios.</p>	<p>la forma de implementar la compensación es de forma individual para Quelé y Mogotes y agrupada para el polígono Aguacatal</p>
<p>Definición de Mecanismos o Esquemas de Administración de Recursos</p>	<p>Este podrá ser realizado por el usuario, o a través de operadores, mediante la constitución de encargos fiduciarios en convenio/contrato con ONGs, comunidades organizadas, universidades, Institutos, etc; fondos públicos o privados; bancos de hábitat, bosques de</p>	<p>La empresa Zijin- Continental Gold propone que el mecanismo de implementación y administración del presente plan de compensación, sea realizado a través de un operador (empresa u organización privada), no obstante, la empresa Zijin- Continental Gold será la responsable directa ante la autoridad ambiental, no se tiene</p>

	paz y otros que se encuentren enmarcados en la normatividad colombiana.	criterios de selección de la empresa u organización que adelantara la administración de los recursos.
Cronograma	Cronograma preliminar de implementación, monitoreo y seguimiento de las acciones de compensación, donde se identifiquen de forma clara los hitos que ayuden a determinar el estado de cumplimiento del plan.	Se plantea un cronograma basado en la disponibilidad presupuestal de ejecución y a su vez en tiempos idóneos para el desarrollo de las plántulas permitiéndoles pasar del estadio de brinjal a latizal y puedan ser independientes de mantenimiento y se hayan logrado adaptar al medio en su totalidad, sin embargo este cronograma está sujeto a modificaciones de acuerdo a los resultados ya que la disponibilidad de nutrientes en el suelo así como las épocas de lluvia serán cruciales para el desarrollo de estas plántulas.
Monitoreo y Seguimiento	Plan de monitoreo y seguimiento en función de la eficacia, eficiencia e impacto del programa de compensación.	El plan presenta programa enfocado de manera general al seguimiento de las estrategias propuestas para el seguimiento a las

		acciones de compensación propuestas.
Plan de Mantenimiento	Evaluación de los potenciales riesgos bióticos, físicos, económicos, sociales de la implementación del plan de compensación y una propuesta para minimizarlos.	Dentro de la fase de mantenimiento se propone realizar dos recorridos de supervisión o vigilancia por mes en el que se puedan observar e identificar las problemáticas actuales del arreglo, como lo puede ser la mortalidad de las especies por estrés hídrico entre otra serie de factores que pueden presentarse a lo largo del tiempo.
Evaluación de Riesgos	Evaluación de los potenciales riesgos bióticos, físicos, económicos, sociales de la implementación del plan de compensación y una propuesta para minimizarlos.	Al realizar la implementación de las acciones de restauración y preservación se visualizan unos riesgos asociados que se pueden identificar de acuerdo con las dinámicas de cada territorio y a su vez estos pueden intervenir en el cumplimiento de las metas de compensación planteadas para el proyecto minero de explotación Aurífera Buriticá

<p>Plan Operativo y de Inversiones</p>	<p>Plan operativo y de inversiones del plan de compensación. Esta información se presentará a modo de referencia para la autoridad ambiental. por lo tanto, el cumplimiento se dará de acuerdo con la vida útil del proyecto, obra o actividad, y hasta que se demuestre el logro de los objetivos propuestos en el plan de compensación conforme a la línea. base del área impactada.</p>	<p>El plan operativo y de inversiones se encuentra consignado en uno de los anexos en formato Excel donde se discriminan los costos para los ítems unitarios requeridos para la ejecución del proyecto, este está diseñado para un plan a 10 años sin embargo este puede ampliarse de acuerdo con los resultados encontrados a lo largo de los primeros años en campo.</p>
<p>Sostenibilidad</p>	<p>Propuesta de manejo a largo plazo.</p>	<p>Se lleva a cabo una propuesta de uso sostenible en un área de la vereda de interés que conecta varios polígonos de compensación esta propuesta sería la base para generar a futuro una propuesta a todas las áreas que beneficie toda la vereda ya que la mayoría de los predios son de la</p>

		<p>compañía o de 2 familias lo cual reduciría el beneficio a estos por tanto a través de este plan buscamos generar un piloto en áreas que conecten polígonos de compensación para generar la sostenibilidad deseada en este plan.</p>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Nota. Elaboración Propia (2022)

En este sentido el plan de compensación deberá contener de manera clara y concisa las acciones de compensación, modo y mecanismo de compensación, así como la forma de presentación e implementación de la compensación, dicho lo anterior, a continuación, se definen las metas mínimas aceptables de compensación, las cuales se relacionan con los valores de integridad ecosistémica deseados en las áreas de restauración (rehabilitación) para poder afirmar que existe una tendencia correcta hacia la sostenibilidad ambiental del plan, de esta manera las acciones de compensación están dirigidas a 215,76 ha de ecosistemas naturales y 110,56 ha de ecosistemas no naturales en donde por medio de medidas de rehabilitación y restauración en busca de la no pérdida neta de biodiversidad.

Tomando en cuenta lo anterior se puede evidenciar que el PCPB, baso su jerarquía de la mitigación sobre los impactos residuales generados a lo largo del ciclo de vida del proyecto, buscando con ellos evitar la mayor cantidad impactos posibles al recurso flora y fauna, caso claro de ellos fue la optimización de tala de individuos en la construcción de la línea eléctrica, la cual se ejecutó buscando la menor cantidad de aprovechamientos de individuos arbóreos,

conservando de esta manera especies de importancia para el bosque seco tropical evitando así impactos colaterales a otros recursos.

6.1 Indicadores de Evaluación Plan de Compensación del Proyecto Buriticá

Es preciso iniciar mencionando, qué significan los indicadores y cuáles son sus funciones, los cuales pueden ir desde lo macro hasta lo micro según sea su utilidad dentro del proyecto, los indicadores permiten medir el estado o desempeño de las diferentes actividades frente a los objetivos planteados, proporcionando información verídica y de calidad que al final permite la toma de decisiones.

La búsqueda del desarrollo sostenible por medio de los indicadores incluye varios sectores, siendo el principal el comunitario del cual se deben conocer sus necesidades, tendencia y potencialidades, la disponibilidad de recursos materiales y lo más importante conocer sus recursos naturales, los cuales establecen los límites de intervención (Miranda, Suset, Machado y Campos, 2007).

Para asegurar que la implementación del plan de compensación está siendo efectivo y está logrando el impacto sobre la biodiversidad esperado, es necesario establecer indicadores o estándares de desempeño, con base a objetivos verificables cualitativa y cuantitativamente en las diferentes etapas del proceso de restauración y conservación de los ecosistemas, en relación con esto, para el presente estudio se tomaron como referencia los indicadores mínimos para el seguimiento y la evaluación de las compensaciones del componente biótico y la inversión forzosa de no menos del 1%, con énfasis en las acciones de preservación y restauración ecológica, expuestos en el documento “*Indicadores de impacto para el seguimiento de las obligaciones de compensación y planes de inversión del 1%.*” Elaborado para la agencia Nacional de Licencias Ambientales por el Instituto *Alexander* von Humboldt, a continuación, se presenta el esquema de organización de los indicadores propuestos como referencia:

Tabla 4.

Listado de indicadores de seguimiento para las compensaciones del componente biótico y la inversión forzosa de no menos del 1%

ID	Categoría	Indicador	Definición	Requerimiento	
				Aplicable	Inversión
				Compensación	1%
Inv_cons_01	Gestión	Porcentaje de área a compensar del total del área aprobada.	Área total de la compensación que está dentro del ecosistema equivalente.	X	
Inv_cons_02	Composición de especies	Riqueza de especies clave (amenazadas, endémicas) de flora.	Evalúa la presencia de especies clave de flora dentro de un área determinada.	X	
Inv_cons_03	Composición de especies	Representatividad del muestreo.	Permite entender que tan fiable resultan los indicadores asociados a la composición de especies.	X	

Inv_cons_04	Composición de especies	Riqueza de especies clave (amenazadas, endémicas, migratoria) (fauna)	Evalúa la presencia de especies clave de fauna dentro de un área determinada.	X	
Inv_cons_05	Dinámica poblacional	Tasa de mortalidad (vegetal).	La cantidad o porcentaje de individuos que mueren después de un periodo de tiempo determinado.	X	
Inv_cons_06	Dinámica poblacional	Tasa de reclutamiento (vegetal).	Está representado por el número de individuos que alcanzan el diámetro mínimo de registro a lo largo de un periodo.	X	
Inv_cons_07	Estructura del ecosistema	Área basal.	El área basal refleja de forma indirecta al estado de naturalidad de una cobertura particular.	X	X

Inv_cons_08	Contexto Paisajístico	Densidad de parches de coberturas naturales.	Describe qué tan fragmentado esta una clase de cobertura con respecto al área total del paisaje analizado.	X	
Inv_cons_09	Contexto Paisajístico	Variación de la superficie de las coberturas de la tierra.	Transiciones entre coberturas en un periodo de tiempo.	X	
Inv_cons_10	Contexto Paisajístico	Índice de proximidad.	Calcula la relación entre el área del parche y su cercanía a parches del mismo tipo de cobertura.	X	
Inv_cons_11	Contexto Paisajístico	Índice de forma promedio para coberturas naturales.	Mide la relación que tendrán los fragmentos más complejos (en su forma) con los fragmentos menos complejos para los parches de un mismo tipo.	X	

Inv_cons_12	Contexto Paisajístico	Índice de conectividad de coberturas naturales.	Se refiere al grado en que el paisaje facilita o impide los flujos ecológicos.	X	
Inv_cons_13	Servicios ecosistémicos	Variación del carbono almacenado en áreas de compensación y 1%	Indicador de mejora de la capacidad de almacenamiento del carbono.	X	X

Nota. Obtenido de Instituto Alexander von Humboldt (2021)

Estos indicadores establecen una línea base o una referencia mínima que permite medir la efectividad y el impacto de la implementación de las acciones del plan de compensación, a partir de los aspectos claves como el contexto paisajístico, composición de especies, estructura del ecosistema, dinámica poblacional, gestión y composición de especies, así mismo permiten medir la eficiencia, eficacia e impacto, como la temporalidad y la escala de geográfica de acción implementada.

De acuerdo con lo que establece el Plan Nacional de Restauración (MADS, 2015), los procesos de conservación, especialmente los de restauración, presentan cierto nivel de incertidumbre, pues se fundamentan en bases experimentales. En este caso, los principios de un manejo adaptativo son potencialmente útiles desde la planeación, implementación y monitoreo, para incrementar las probabilidades de éxito del proceso. El manejo adaptativo consiste en combinar apropiadamente la investigación y el monitoreo con un manejo flexible de las prácticas

de conservación, como insumo para la toma de decisiones que permitan alcanzar las metas planteadas.

Partiendo de estos indicadores mínimos de referencia propuestos por la agencia nacional de licencias ambientales ANLA y en cumplimiento a los lineamientos establecidos en el manual de compensación por pérdida de biodiversidad -2018 del MADS, el plan de compensación por pérdida de biodiversidad del proyecto Minero Buriticá establece los siguientes indicadores de seguimiento del recurso flora, los cuales están clasificados de la siguiente manera:

Figura 4. Indicadores propuestos dentro del plan de compensaciones de proyecto Buriticá.

Componente	Indicador	Descripción	Interpretación					
			Metodología	Escala de aplicación	Fuente de los datos	Periodicidad	Forma de cálculo	Tendencia aceptable
Vegetación	Cociente de mezcla (CM)	El cociente de mezcla hace referencia a la relación entre el número de especies registradas en las parcelas permanentes y el número de individuos censados. Este indicador va de 0 a 1. Entre más cercano a 1 mayor heterogeneidad en la muestra, es decir más diversa la vegetación.	Todos estos indicadores se calculan a partir de los resultados de las parcelas permanentes y siguiendo los mismos pasos metodológicos para la caracterización de las coberturas vegetales del presente plan. Se propone al menos el mismo esfuerzo de muestreo implementado para las caracterizaciones. Este esfuerzo de muestreo se recoge en la Tabla 11.2 de este documento.	A nivel de parcelas permanentes (Ver Tabla 11.2 para esfuerzo de muestreo y DAP mínimo). En el caso de DI solo aplica para restauración sobre pastos.	Datos de parcelas permanentes	Una vez en los siguientes años: 0, 3, 6 y 9. La frecuencia es mayor los primeros años con la intención de evaluar las trayectorias suscesionales tempranas y poder tomar a tiempo las medidas correctivas necesarias.	CM = Número de especies observadas / número de individuos censados	(CM en el tiempo t_i / CM en el tiempo t_{i-1}) ≥ 1
	Shannon-Wiener (H')	Este índice hace referencia a la relación entre la riqueza y las abundancias relativas por especie, de tal forma que se logra identificar si el ecosistema o la cobertura vegetal está siendo dominada por un grupo de especies en particular o si por el contrario la distribución entre especies tiende a ser equitativa. Es uno de los índices de diversidad mayormente usados.						$H' = \sum p_i \ln p_i$, donde p_i = la abundancia relativa para cada especie i

Componente	Indicador	Descripción	Interpretación					
			Metodología	Escala de aplicación	Fuente de los datos	Periodicidad	Forma de cálculo	Tendencia aceptable
	Margalef (Dmg)	Este índice estima la riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes. Es uno de los índices de diversidad mayormente usados.					$Dmg = \frac{(S-1)\sqrt{N}}{N}$ donde S es el número de especies registradas y N el número de individuos censados.	(Dmg en el tiempo t_i / Dmg en el tiempo t_{i-1}) ≥ 1
	Densidad de individuos - DI	La densidad de individuos es un indicador de fácil cuantificación de la estructura horizontal, pues simplemente responde al número de individuos censados por unidad de área (ha). Se espera que en las áreas de restauración a partir de pastos esta densidad aumente a medida que nuevos individuos se establecen. Por el contrario, en las áreas de restauración de vegetación secundaria o bosques la tendencia puede ser variable: en las coberturas de vegetación secundaria es probable que la densidad siga aumentando, pero en las áreas de bosque, cuando se está cerca de llegar al climax sucesional, es probable que la densidad de tallos disminuya pues los árboles de gran porte empiezan a dominar. En este sentido, este indicador solo se propone para las áreas de restauración a partir de pastos.				Para restauración a partir de pastos: Número de individuos registrados por hectárea	Para restauración a partir de pastos: (DT en el tiempo t_i / DT en el tiempo t_{i-1}) ≥ 1	
	Proporción de individuos en el estrato superior y emergente	Conocer la posición de los individuos encontrados en un área determinada, permite entender la distribución espacial de las especies en la cobertura, lo cual está directamente relacionado con la edad del individuo y la formación de los estratos que conforman un ecosistema nuevo en cada estrato de copas. A partir del análisis de Posición Sociológica, este indicador evalúa el porcentaje de individuos que se encuentran en el estrato superior y emergente (>8 metros de altura), siendo estos pisos los referentes del climax sucesional de un ecosistema natural maduro.					$Ps+Pe = \frac{\text{Número individuos } >8m * 100}{\text{número total de individuos censados } (\geq 10cm \text{ de DAP})}$	(Ps+Pe en el tiempo t_i / Ps+Pe en el t_{i-1}) ≥ 1

Componente	Indicador	Descripción	Interpretación					
			Metodología	Escala de aplicación	Fuente de los datos	Periodicidad	Forma de cálculo	Tendencia aceptable
	Área basal - AB	Corresponde al valor de área basal de la vegetación por hectárea por tipo de cobertura natural, calculado a partir de la sumatoria del área basal de todos los individuos con DAP igual o mayor a 10 cm de las parcelas permanentes. Se asume que, entre mayor sea el área basal de una cobertura natural, mejor es su estado de conservación.					$\frac{AB}{\text{No. de individuos} \geq 10\text{cm de DA}} \geq 1$	(AB en el tiempo t_i / AB en el tiempo t_{i-1}) ≥ 1
	Carbono almacenado en biomasa aérea - CB	Este indicador sirve como proxy de la función y servicio ecosistémico de la regulación climática. Lo que se espera es que a medida que avanza la sucesión vegetal, los ecosistemas tienen mayor capacidad de almacenamiento de carbono. Según Philips et al. (2011), se sugiere usar el factor de 0,5 para transformar la biomasa aérea (BA) a contenido de carbono en la biomasa aérea (CB).	Este indicador se calcula a partir de los resultados de área basal y altura total de la vegetación en las parcelas permanentes forestales.	A nivel de parcelas permanentes. Solo para fustales.	Datos de parcelas permanentes y ecuaciones alométricas del IDEAM (Philips et al. 2011)	Una vez en los siguientes años: 0, 3, 6, 9.	$CB = BA \times 0,5;$ $BA = \frac{(EXP(-2,217 + (2,081 * LN DAP) + (0,587 * LN Ht) + (1,092 * LN D)))}{1000};$ donde: BA es la biomasa aérea por hectárea; DAP es el diámetro a la altura pecho, Ht es la altura total y D es la densidad de la madera.	(CB en el tiempo t_i / CB en el tiempo t_{i-1}) ≥ 1
	Supervivencia de plántulas sembradas	Este indicador busca evaluar la eficacia en la siembra de las plántulas a través de su supervivencia o correcto reemplazo de individuos muertos. Este indicador solo se aplicará durante los primeros dos años, tiempo en el cual se espera que la mayoría de los individuos tanto de especies tardías como pioneras se establezcan. Sin embargo, el diseño mismo de la restauración mediante núcleos usando especies tutoras o pioneras, busca que a mediano y largo plazo estos individuos sean reemplazados por las especies de sucesión tardía.	Se calcula a partir de los datos de verificación temprana de las siembras, considerando también las siembras de reemplazo de individuos muertos. Se registra: individuo vivo, individuo muerto sin resiembra, individuo muerto con resiembra.	Para la totalidad de individuos sembrados durante los primeros años	Planillas de verificación temprana de las siembras	Únicamente durante los mantenimientos de los años 1 y 2 que se especifican más adelante	$\frac{\text{No. de árboles vivos} / \text{No. de árboles sembrados}}{100} \times 100 > 50\%$	> 50%

Componente	Indicador	Descripción	Interpretación					
			Metodología	Escala de aplicación	Fuente de los datos	Periodicidad	Forma de cálculo	Tendencia aceptable
	Crecimiento de plántulas	Este indicador busca evaluar la eficiencia en el crecimiento de las plántulas sembradas y vivas a través de su rango de altura.	Se calcula a partir de los datos de verificación temprana de las siembras, considerando las alturas totales aproximadas de los individuos sembrados y resembrados.	Muestra representativa y aleatoria (>40%) de individuos sembrados		Cuatro mantenimientos los años 1, 2 y 3; dos los años 4 y 5; y uno los años 6, 7, 8, 10.	Promedio de altura total (AT) de árboles sembrados vivos (m)	$(AT \text{ en el tiempo } t_i / AT \text{ en el tiempo } t_{i-1}) \geq 1$
	Adaptación fitosanitaria de la	Este indicador busca evaluar el estado fitosanitario de las plantas sembradas con la finalidad de identificar posibles limitaciones de la restauración.	De forma visual, los individuos sembrados deben ser evaluados según su estado fitosanitario, usando por ejemplo las siguientes categorías: (a) sin evidencia de afectación fitosanitaria; (b) con evidencias leves de afectación fitosanitaria; (c) con evidencias mayores de afectación fitosanitaria; y (d) inviabilidad o muerte por afectación fitosanitaria.				Proporción de individuos sembrados según su estado fitosanitario	> 70% con buen estado fitosanitario (sin afectación o con afectación leve)
	Ejecución de mantenimientos	Este indicador busca evidenciar la ejecución de los monitoreos de la composición y estructura vegetal de las parcelas permanentes en las áreas de preservación y restauración (rocería, ploteo, fertilización, replante, re-hoyado, podas de formación, etc.).	Registro de la fecha y lugar del mantenimiento.	Para las áreas de siembra.	Planillas de monitoreo	Número de mantenimientos de vegetación al año	(Mantenimiento ejecutado / mantenimiento programado) = 1	
	Ejecución de monitoreos	Este indicador busca evidenciar la ejecución de los monitoreos de la composición y estructura vegetal de las parcelas permanentes en las áreas de preservación y restauración.	Registro de la fecha y lugar del monitoreo.	Parcelas permanentes en las áreas de restauración y preservación	Parcelas permanentes	Una vez en los siguientes años: 0, 3, 6, y 9	Número de monitoreos de vegetación cada dos años	(Monitoreo ejecutado / monitoreo programado) = 1

. Desde la sostenibilidad ambiental una vez analizados los indicadores propuestos en la PCPB para el recurso flora, se puede concluir que su elaboración o formulación se realizó de forma muy general para todo el recurso flora, y no de forma específica para cada uno de los ecosistemas, por lo que no se encuentran indicadores que permitan la efectividad y el impacto de las acciones implementadas en las 47.5 hectáreas del ecosistema Zonobioma alterno hígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca Oroboma bajo de los Andes, siendo este ecosistema el de mayor importancia ecosistémica.

Aunado a la generalidad en el seguimiento y monitoreo para el recurso flora, no se evidencia indicadores para la preservación y restauración de especies claves vegetales dentro del área objeto de compensación, partiendo de que estas juegan un papel importante en la recuperación de ecosistemas degradados, teniendo un efecto directo sobre la abundancia de especies, así como la modificación de estructura de una comunidad y la prevención de especies dominantes, en este sentido tampoco existen indicadores de elementos clave de biodiversidad como especies amenazadas o especies de uso y servicios ambientales como regulación hídrica y control de erosión.

Doce familias botánicas contienen la mayoría de las especies registradas hasta el momento en los valles secos del Cauca y Magdalena para el zonobioma alternohigrico subxerofitico. Algunas de las plantas más conocidas son:

Tabla 5.

Especies vegetales claves para el zonobioma alternohigrico subxerofitico

<ul style="list-style-type: none"> • Acacia farnesiana • Achatocarpus • Achyranthes aspera 	<ul style="list-style-type: none"> • Desmodium tortuosum, 	<ul style="list-style-type: none"> • Phyllanthus acuminatus • Phyllanthus nivosus
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Amaranthus hybridus</i> • <i>Amaranthus spinosus</i> • <i>Anacardium excelsum</i> • <i>Aspilia tenella</i> • <i>Aristolochia rigens</i> • <i>Aspidosperma dugandii</i> • <i>Astronium graveolens</i> • <i>Blechum brownei</i> • <i>Boerhavia erecta</i> • <i>Bouteloua filiformis</i> • <i>Bulnesia carrapo</i> • <i>Bursera simaruba</i> • <i>Bursera tomentosa</i> • <i>Byrsonima cimungana</i> • <i>Capparis indica</i> • <i>Capparis odoratissima</i> • <i>Carludovica palmata</i> • <i>Casearia cprymbosa</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Enterolobium cyclocarpum</i>, • <i>Euphorbia heterophylla</i>, • <i>Euphorbia hirta</i>, • <i>Ficus sp.</i>, • <i>Genipa americana</i>, • <i>Guárea trichilioides</i>, • <i>Heliotropium indicum</i> • <i>Heliotropium fruticosum</i>, • <i>Hylocereus undatus</i>, • <i>Hymenaea courbaril</i>, • <i>Indigofera lespedezioides</i> • <i>Ipomoea carnea</i> • <i>Isotoma logiflora</i> • <i>Jacaranda caucana</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Physalis angulata</i> • <i>Pithecelobium dulce</i> • <i>Samanea saman</i> • <i>Platymiscium pinnatum</i> • <i>Porophyllum ruderale</i> • <i>Portulaca pilosa</i> • <i>Potomorphe peltata</i> • <i>Priva lapulacea</i> • <i>Prosopis juliflora</i> • <i>Pseudosamanea guachapele</i> • <i>Randia sp</i> • <i>Rhipsalis cassutha</i> • <i>Rivina humilis</i> • <i>Ruellia tuberosa</i> • <i>Selaginella microphylla</i> • <i>Solanum hirtum</i>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> • Cassia occidentalis • Cassia tora • Cedrela sp • Ceiba pentandra • Centrosema pubens • Chlorophora tinctoria • Chomelia spinosa • Cissampelos pareira • Cissus sicyoides • Cnidoscolus tubulosus • Corchorus orinocensis, • Cordia dentata • Crescentia cujete • Croton leptostachym • Cynodon dactylon • Desmanthus virgatus 	<ul style="list-style-type: none"> • Jatropha gossypiifolia • Justicia comata • Lemairecocereus humilis • Leonothis nepetaefolia • Mutingiacalabura • Machaerium capote • Manihot carthagenensis • Melochia pyramidata • Mimosa invisá • Mimosa púdica • Momordica charantia • Myroxylon balsamum • Ochroma lagopus • Opuntia elatior 	<ul style="list-style-type: none"> • Solanum mammosum • Solanum torvum • Spanenthe paniculata • Spigelia anthelmia • Spondias mombin • , Tabebuia chrysantha • Tabebuia rosea • Thevetia peruviana • Trichilia hirta • Triplaris sp • Turnera ulmifolia • Zanthoxylum sp • Wigandia caracasana
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> • Parkinsonia aculeata • Passiflora coriácea 	
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Nota. Elaboración Propia (2022)

Aunque el diseño de las actividades de restauración o rehabilitación, propuestas para las pasturas o praderas tendrá como base la recuperación de los bosques originales, el PCPB asume que cuando los valores de estructura, composición y función de estas zonas de rehabilitación alcancen el 70% de los valores del escenario de referencia (vegetación secundaria), la regeneración espontánea se encargará de completar el proceso de sucesión necesario, una dinámica natural que puede durar varias décadas o siglos (Rozendaal et al. 2019). Esto se propone teniendo en cuenta que, dada la naturaleza dinámica de la sucesión vegetal, es poco probable que las áreas de restauración (especialmente de ecosistemas secos) alcancen en menos de dos décadas valores similares de integridad a las coberturas naturales de referencia. Este umbral del 70% de similitud responde igualmente a la lógica de que las dinámicas sucesionales en los bosques neo-tropicales presentando un alto grado de incertidumbre, así las muestras a comparar se encuentren cercanas entre sí y tengan las mismas condiciones ambientales e historial de disturbio (Norden et al. 2015).

La conectividad ecológica se puede definir como la capacidad que permite que los organismos o un grupo funcional de especies con requerimientos ecológicos semejantes y similar capacidad de dispersión, se desplacen entre parches o fragmentos con recursos (Gurrutusa & Lozano Valencia, 2007).

Un cambio abrupto en la conectividad del paisaje puede interferir en el éxito de la dispersión de una especie, fraccionando su población, aislándola en poblaciones más pequeñas. Esta fragmentación de la población puede conllevar cambio en la ocupación de los parches y llevar a la extinción de la población en todo el paisaje. (Instituto Alexander von Humboldt, 2021)

Existen muchas técnicas para calcular la conectividad, usando capas de resistencia, (pueden ser barreras naturales o artificiales o cambios en la cobertura que dificulta el tránsito) y adjudicándole valores a estas resistencias. Una forma simple de calcular la conectividad para las coberturas naturales es asumiendo una distancia máxima en la que la conectividad se puede realizar y contando el número de parches que están dentro de ese rango de distancia definido. (Instituto Alexander von Humboldt, 2021)

Una vez revisado los indicadores propuestos en el plan de compensación propuesto, se evidencia la falta de indicadores de conectividad ecológica en la implementación del mismo, lo que trae consigo una falta de valor numérico de la capacidad que tienen los parches o relictos de un tipo de cobertura de conectarse entre sí y generar corredores que permitan el tránsito normal de las especies, mejorando los flujos ecosistémicos.

6.1.1.1 Plan de monitoreo

Este criterio permite no solo determina el avance del plan de compensación hacia el cumplimiento de las metas según el cronograma anteriormente aprobado, sino que también permite la toma de decisiones en medidas de manejo adaptativo, para ello cada meta estipulada en el plan de compensación debe estar enmarcada dentro un indicador de seguimiento que permita monitorear y medir posibles variaciones en los procesos de la ejecución del plan de compensación.

En este sentido el plan de compensación del Proyecto aurífero Buriticá de Zijin-Continental Gold, establece los siguientes indicadores de seguimiento para el recurso flora en el área de intervención:

Tabla 6.

Indicadores de monitoreo propuestos para el recurso flora

Compo- Nente	Indicador	Tipo de indicador		
		Gestión	Impacto (entendimiento del sistema)	Impacto (evaluación de metas de compensación)
Vegetación	Cociente de mezcla (CM)			X
	Shannon-Wiener (H')			X
	Margalef (Dmg)			X

Compo- Nente	Indicador	Tipo de indicador		
		Gestión	Impacto (entendimiento del sistema)	Impacto (evaluación de metas de compensación)
	Densidad de individuos - DI			X
	Proporción de individuos en el estrato superior y emergente (>8m)			X
	Área basal - AB			X
	Carbono almacenado en biomasa aérea - CB			X
	Supervivencia de plántulas sembradas	X		
	Crecimiento de plántulas sembradas	X		
	Adaptación fitosanitaria de la vegetación sembrada	X		

Compo- Nente	Indicador	Tipo de indicador		
		Gestión	Impacto (entendimiento del sistema)	Impacto (evaluación de metas de compensación)
	Ejecución de mantenimientos vegetales (rocería, plateo, fertilización, replante, re- hoyado, podas de formación, etc.)	X		
	Ejecución de monitoreos programados	X		
	Densidad de áreas núcleo - CAD			X
	Relación perímetro-área - PARA			X
	Índice de proximidad - PX			X
	Tasa anual de deforestación – TAC			X
	Ejecución de monitoreos programados	X		

Nota. Obtenido de conTREEbute S.A.S. (2021)

Partiendo de esto el plan de monitoreo es aquel que evalúa la efectividad en la implementación del plan de compensación, una vez realizados las actividades de compensación plasmadas en el PCPB, esta evaluación parte del cumplimiento de las metas e identificación a tiempo necesidades de ajuste o mejora. del mismo. Tomando en cuenta lo anterior desde la sostenibilidad ambiental se evidencia que el plan de monitoreo propuesto no define unos objetivos claros en el tiempo, así como el cronograma del mismo carece de una metodología que permita la recolección de información clara y de calidad en el lapso de su ejecución , así como el ajuste de las estrategias de restauración y actividades de monitoreo de necesitarse, de igual manera el tiempo de ejecución del plan y su monitoreo a 10 años es un tiempo corto que no permitirá obtener resultados esperados en acciones de restauración y más sin un análisis debidamente de los posibles tensionantes o riesgos, como lo es la falta de un control fitosanitario de las especies establecidas.

No se proponen metas directas de servicios ecosistémicos, pues estos dependen no solo de la oferta del servicio sino también de la propia demanda. Teniendo en cuenta que la variación en la demanda de los servicios ecosistémicos es ajena a los alcances de un plan de compensaciones, no es procedente generar compromisos con metas de este estilo. Sin embargo, al proponer una meta relacionada con la función de los ecosistemas, indirectamente se está abordando la oferta de los servicios ecosistémicos relacionados (en este caso: mitigación del cambio climático y regulación hídrica y de los nutrientes en el suelo).

Tampoco se proponen metas específicas relacionadas con el componente de fauna. Al ser los animales elementos móviles, su riqueza, abundancia y salud poblacional dependen no solo del estado de conservación de las áreas seleccionadas para compensación,

sino también de las presiones (ejemplo: caza o uso de agroquímicos) y dinámicas de transformación del paisaje (ejemplo: deforestación o quemas) por fuera de las áreas de compensación, lo cual se escapa de las capacidades de control y gestión por parte del proyecto de compensación. Adicionalmente, el cambio global puede afectar negativamente la riqueza y abundancia de varias especies animales, así no existan presiones humanas o dinámicas de transformación cercanas. En todo caso, se espera que, al preservar y rehabilitar coberturas naturales, se mejore la calidad y disponibilidad de hábitat para la fauna, por lo que estas metas relacionadas con las coberturas vegetales indirectamente podrían también suponer mejoras en las comunidades faunísticas.

En resumen, el cumplimiento de las anteriores metas debe resultar en el mejoramiento físico, paisajístico, ecológico y productivo de los ecosistemas naturales, semi-naturales y transformados presentes. Sin embargo, es necesario precisar que cada meta puede llegar a ser cumplida en tiempos diferentes durante la implementación del programa de compensación.

En suma, de todo el contexto expuesto suelen suceder situaciones que traen consecuencias negativas para la implementación de los planes de compensación, que pueden llegar a poner en riesgo la sostenibilidad del mismo, por ello es necesario realizar la identificación de los riesgos asociados con sus correspondientes medidas de contingencia, bajo una metodología que establezca el tipo de riesgo, la etapa del plan de compensación en que ocurre, impacto, probabilidad de ocurrencia y orden de prioridad según el contexto,

6.2 Propuestas desde la sostenibilidad ambiental a los indicadores y al plan de monitoreo y seguimiento

El programa de monitoreo debe acompañar el proceso de restauración desde el inicio y debe plantearse de manera conjunta con el diagnóstico, los objetivos, las metas, el

diseño de las estrategias y las técnicas de restauración, el cronograma y el presupuesto del proyecto. Posteriormente, el programa de monitoreo se ejecuta a largo plazo, desde la implementación de las acciones de restauración siguiendo las metas de restauración planteadas (Holl 2002), considerando siempre diversas trayectorias de restablecimiento y varios escenarios adaptativos ecológicos y sociales. En un programa de monitoreo es necesario considerar distintos aspectos del sistema biótico, abiótico y socioeconómico.

Una de las principales propuestas de modificación desde la sostenibilidad ambiental, radica en el aumento del tiempo del plan de monitoreo del PCPB, ya que este consta de 10 años, tiempo en el cual se garantiza la siembra y el crecimiento de la vegetación plantada, factores importantes y claves en procesos de restauración o rehabilitación ecológica, como el que se propone en este PCPB.

Es común encontrar en muchos proyectos de restauración ecológica que el monitoreo se mida como el cambio de una cobertura por otra, como la densidad o porcentaje de cobertura vegetal en un periodo de tiempo determinado, o como la tasa de supervivencia del material vegetal plantado. Esta situación ha llevado a que se entienda la restauración como una simple plantación vegetal donde algunas poblaciones tienden a restablecerse parcialmente, pero no en procesos ecológicos que generen los bienes y servicios ecosistémicos que la sociedad actual demanda (Aguilar y Ramírez, 2015, p. 30; Herrick, et al. 2006).

Se hacen necesario estudios o planes piloto de monitoreo que permitan identificar la capacidad de coleccionar datos, el uso apropiado de equipos, el tiempo requerido y el entendimiento de los métodos definidos, y también proveen información útil sobre la fortaleza de las aproximaciones escogidas y la robustez de las estimaciones con relación a

tiempo, personal y recursos financieros (Díaz, Torres, Muñoz y Avella, 2019, p. 72; Rieger, et al., 2014).

Con el aumento del tiempo de monitoreo también se propone incluir en el plan de monitoreo variables importantes para considerar exitoso un proceso de rehabilitación o restauración en un ecosistema, considerar como variable a medir e incluir en el plan de monitoreo la resiliencia del ecosistema y su resistencia a invasiones de especies exóticas, aunque compleja la medición de esta variable sería clave al momento de considerar un proceso de rehabilitación exitoso. Medir las interacciones bióticas a diversos niveles, no solo entre fauna y flora si no entre las diversas especies de flora presentes, teniendo como base y clave de la medición las interacciones entre epifitas y vegetación arbórea.

Así como también tener en cuenta la medición del flujo de energía dentro del ecosistema garantizando esto la funcionalidad total del mismo. Estas variables deben ser tenidas en cuenta. De acuerdo con esto, existen algunos aspectos que se deben tener en cuenta para considerar que un proceso de restauración está siendo exitoso, sobre esto (Aguilar y Ramírez, 2015, p. 34) estos son:

- El ecosistema tiene un funcionamiento adecuado para el presente y para el futuro.
- El sistema en proceso de restauración es auto sostenible y resistente a invasiones o a especies indeseables.
- Posee una productividad primaria similar a la original o en una trayectoria parecida.
- Presenta retención de nutrientes.
- Incorpora interacciones bióticas.

- Presenta cierta composición y abundancia de especies, así como la estratificación vertical de la vegetación y del suelo.
- Evidencia una estratificación horizontal heterogénea.
- Desarrolla varios procesos funcionales como el flujo y transferencia de energía, el ciclado de nutrientes y la dinámica sucesión-resiliencia.

Al fin de asegurar la viabilidad de las acciones de compensación se es necesario la identificación de sus riesgos con sus correspondientes medidas de contingencia a continuación de proponer una serie de indicadores que permitan realizar el análisis correspondiente.

Tabla 7.

Análisis de riesgos

Tipo de riesgo (técnico – financiero – jurídico)	
Etapas en que ocurre	
Descripción (Que y Como puede pasar)	
Consecuencia de la ocurrencia del evento	
Probabilidad (improbable – poco probable – probable – altamente probable – frecuente)	
Impacto	

Calificación	
Tratamiento / Controles a ser implementados	
Impacto después del tratamiento	
Afecta el equilibrio económico del plan de compensaciones	Bajito delgado bonito
Persona/entidad a quien se le asigna implementar el tratamiento	
Como se realizó el monitoreo	
Periodicidad	

Fuente Sarmiento (2014)

Respecto a las modificaciones propuestas, específicamente en los indicadores para el recurso flora en el PCPB de la Mina Buriticá de Zijin Continental Gold para el recurso flora, se propone la inclusión de indicadores específicos para el Zonobioma alterno higrico y/o subxerofítico por lo tanto, indicadores de riqueza, abundancia y estructura para la flora planteados, pueden ser modificados para medirse específicamente y de manera más continua a especies pertenecientes a familias claves dentro de este zonobioma.

Para Colombia, como para otras zonas secas en el Neotrópico, la familia con mayor número de especie es Leguminosae seguida de Bignoniaceae. En tercer lugar, se encuentran Sapindaceae y Capparidaceae. Se destaca que, la familia Cactaceae como exclusiva o endémica de América, con excepción de una especie *Rhipsalis filiformis* (Rodríguez, et al,

2006, p. 66). Especies pertenecientes a estas familias podrían priorizarse para construir indicadores de seguimiento en el plan de monitoreo exclusivos para ellas, lo cual garantizará un seguimiento más estricto a especies características de este zonobioma permitiendo la rehabilitación adecuada del mismo.

Los polinizadores son especies importantes en los ecosistemas, la polinización se define como el proceso de transporte de polen desde las anteras de una flor hasta un estigma localizado en la misma flor, en la misma planta o en una planta diferente de la misma especie y que conduce a la fertilización del óvulo para el posterior desarrollo del fruto. Sin embargo, la fertilización cruzada tiene mayor valor adaptativo al promover la mezcla de genes y mayor vigor de la progenie. Por esto, las plantas mediante procesos de selección, han desarrollado mecanismos complejos para asegurar este tipo de cruzamiento (Diez, s/f, p. 1; Robacker et al. 1988).

Teniendo en cuenta la importancia de los polinizadores con la reproducción de la flora y a su vez con el ecosistema en general, es muy importante incluir indicadores que permitan medir y monitorear la presencia de estos y la interacción de los mismos con la flora plantada en la rehabilitación propuesta por el PCPB.

A su vez la inclusión de indicadores fitosanitarios que permitan monitorear y medir el control de plagas dentro de las dinámicas eco sistémicas, permitiendo la toma de decisiones a tiempo evitando la propagación de especies que puedan afectar negativamente el crecimiento y propagación de las plantas sembradas y el ecosistema, así como el proceso de rehabilitación ecológica, estos indicadores pueden enfocarse en grupos faunísticos específicos o ser más generalistas.

7 Conclusiones

Los modos de compensación son alternativas de manejo que permiten la implementación de las acciones de compensación en las áreas definidas para tal fin, dentro de los modos de aplicación según el manual de compensación por pérdida de biodiversidad 2018 tenemos los acuerdos de conservación, servidumbres ecológicas, pagos por servicios ambientales, arrendamiento, usufructo, y la compra de predios, es por ello que el PCPB deberá establecer el modo de compensación y alternativas claras de manejo que permiten la implementación de las acciones de compensación en las áreas definidas para tal fin, ya sean acuerdos de conservación o Pagos por servicios ambientales.

Los indicadores de monitoreo propuestos en la PCPB para el recurso flora son de forma general y no de forma específica para cada uno de los ecosistemas, así mismo, no se evidencia indicadores para las especies claves de estos ecosistemas, partiendo del papel importante de estas especies en la recuperación de ecosistemas degradados, produciendo un efecto directo sobre la abundancia de especies, así como la modificación de estructura de una comunidad y la prevención de especies dominantes, del mismo el PCPB carece de indicadores que permitan monitorear la sostenibilidad biológica del ecosistema a través de procesos de polinización zoocórica, como tampoco indicadores que permitan un adecuado el control fitosanitario del área intervenida.

El plan de monitoreo propuesto no define unos objetivos claros en el tiempo, así como el cronograma del mismo carece de una metodología que permita la recolección de información clara y de calidad en el lapso de su ejecución, así como el ajuste de las estrategias de restauración y actividades de monitoreo de necesitarse, de igual manera el tiempo de ejecución del plan y su monitoreo a 10 años es un tiempo corto que no permitirá

obtener resultados esperados en acciones de restauración y más sin un análisis debidamente de los posibles tensionantes o riesgos.

Al fin de asegurar la viabilidad de las acciones de compensación se es necesario la identificación de sus riesgos con sus correspondientes medidas de contingencia, es por ello que el PCPB deberá incluir dentro de su formulación este tipo de análisis y medidas de contingencia.

Desde la sostenibilidad ambiental se puede analizar que el recurso hídrico al igual que el recurso suelo son los de mayor impacto en la actividad minera, como se puede evidenciar en la formulación de la jerarquía de la mitigación expuesta en el PCPB no se contemplan medidas que permitan evitar o mitigar los impactos ocasionados al recurso hídrico, principalmente en el área impactada directamente por el aprovechamiento forestal, ya que existen otras acciones de reforestación independiente al PCPB encargadas de mitigar los impactos en el recurso hídrico

Con el aumento del tiempo de monitoreo también se propone incluir en el plan de monitoreo variables importantes para considerar exitoso un proceso de rehabilitación o restauración en un ecosistema, considerar como variable a medir e incluir en el plan de monitoreo la resiliencia del ecosistema y su resistencia a invasiones de especies exóticas, aunque compleja la medición de esta variable sería clave al momento de considerar un proceso de rehabilitación exitoso.

Llevar registros de acceso público de las áreas de compensación ejecutadas o implementar, con el fin de aunar esfuerzos entre la autoridad nacional de licencias ambientales ANLA y las corporaciones autónoma regionales ambientales en el control y vigilancia, generando así sinergias entre diversos tipos de actores y transparencia en los diferentes procesos, del mismo modo excluir las áreas donde se desarrollan compensaciones de futuros proyectos de desarrollo, incrementando así su sostenibilidad.

8 Agradecimientos

En estas líneas queremos agradecer primeramente a Dios y a nuestras familias quienes a través de compañía y apoyo incondicional ayudaron a trazar este camino, asimismo a todas las personas que hicieron posible esta investigación, a la compañía Zijin-Continental Gold, por permitir y facilitar la información útil y necesaria para el desarrollo de esta, a nuestra directora de investigación Msc. Yanneth Buitrago por su paciencia y motivación así como todo el equipo docente de la Universidad Pontificia Bolivariana

9 Referencias

Aguilar, R. y Ramírez, W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres*. Bogotá: Instituto Humboldt Colombia. Recuperado en <https://n9.cl/jvug6>

Alianza por la Minería Responsable (2016). *Aspectos ambientales de la pequeña minería*. Recuperado en <https://n9.cl/8wku7>

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2016). Resolución N°01323. Recuperado en <https://n9.cl/iocyk>

Business and biodiversity offsets Programme (BBOP). 2009. Biodiversity Offset Design Handbook. BBOP, Washington, D.C.

Clasificación de Ecosistemas Naturales Terrestres del Eje Cafetero (2013). Análisis de Representatividad del Sistema Regional de Áreas Protegidas. Primera Edición. Santiago de Cali: WWF-Colombia, SIRAP Eje Cafetero, Wildlife Conservation Society & The Nature Conservancy. Recuperado en <https://n9.cl/ue7gy>

Constitución Política de Colombia (2016). Recuperado en <https://n9.cl/gh1s>

Corzo, G., Silva, L., Herrera, C., Moncada, D., Puyana, J., Bejarano, J., Pinzón, J. y Vieira, M. (2018). *Compensaciones Bióticas en Proyectos Lineales. Lineamientos para su Gestión Efectiva*. Bogotá. Recuperado en <https://n9.cl/1xtli>

Decreto 1791 de 1996 (1996). *Ministerio del Medio Ambiente*. Diario Oficial No. 42894 de 8 de octubre de 1996. Bogotá. Recuperado en <https://n9.cl/n3oy8>

Decreto 2041 de 2014 (2014). *Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Diario Oficial 49305 de octubre 15 de 2014. Bogotá. Recuperado en <https://n9.cl/hpga6>

Decreto 1076 de 2015 de 2014 (2014). Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Diario Oficial 49523 de mayo 26 de 2015. Bogotá. Recuperado en <https://n9.cl/yh8m8>

Díaz, J., Torres, S., Muñoz, L. y Avella, A. (2019). Monitoreo de la restauración ecológica en un bosque seco tropical interandino (Huila, Colombia): programa y resultados preliminares. *Caldasia*, 41, (1), 60–77. Recuperado en <https://n9.cl/u1qu0>

Diez, M. (s/f). *Sistemas de polinización en bosques tropicales*. Notas de clase Ecología Forestal. Recuperado en <https://n9.cl/zdlpi>

FG Mining Group Corporation CI LTDA (2019). *Capítulo 14 Plan de compensación del componente biótico*. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero “El Progreso”. Recuperado en <https://n9.cl/hcug4>

Flores, G. (2018). Metodología para la Investigación Cualitativa Fenomenológica y/o Hermenéutica. *Revista Latinoamericana de Psicoterapia Existencial*, 17, 17-23. Recuperado en <https://n9.cl/eyawf>

Global Forest Coalition (2022). El Lado Oscuro de los Enfoques "Netos" de la Política para la Biodiversidad Recuperado en <https://globalforestcoalition.org/wp-content/uploads/2022/05/biodiversity-offsets-ES.pdf>

Gobierno de Argentina Programa de Desarrollo Regional de la OEA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1978). *Calidad Ambiental y Desarrollo de Cuencas Hidrográficas: un Modelo para Planificación y Análisis Integrados*. Capítulo 4. Evaluación y despliegue de los efectos ambientales. Recuperado en <https://n9.cl/5p39q>

IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, Sinchi, & IIAP. (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá: IGAC. Bogotá: IGA

Instituto Alexander von Humboldt (2021). *Indicadores de impacto para el seguimiento de las obligaciones de compensación y planes de inversión del 1%*.

Subdirección de Instrumentos Permisos y Trámites Ambientales. Bogotá. Recuperado en <https://n9.cl/cekug>

Iturralde, M., Girado, A. y Lemiez, G. (2022). Reflexiones sobre la incorporación de fuentes documentales en un estudio de caso. *Revista Reflexiones*, 102 (2), 1-19.

Recuperado en <https://n9.cl/9hak6>

Ley 1450 de 2011. (2011). *Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014*. Diario Oficial No. 48.102 de 16 de junio de 2011. Bogotá. Recuperado en <https://n9.cl/n1azg>

Ley 99 de 1933. (1993). *Ministerio del Medio Ambiente*. 22 de diciembre de 1993. Bogotá. Recuperado en <https://n9.cl/6ziw>

Manual de Compensaciones del Componente Biótico (MCCB, 2012). Primera Versión. Minambiente. Gobierno de Colombia. Bogotá.

Manual de Compensaciones del Componente Biótico (MCCB,2018). Minambiente. Gobierno de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá.

Martínez, H. (2022). La observación en el estudio de las migraciones humanas. *Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*, 26-29. Recuperado en <https://n9.cl/qbv7>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) (2010). *Resolución Número 1503 (4 agosto 2010)*. Recuperado <https://n9.cl/as91z>

Miranda, T., Suset, A., Machado, H., y Campos, M. (2007). El desarrollo sostenible. Perspectivas y enfoques en una nueva época. Revista: *Pastos y forrajes*, 30(2) 191-204.

Recuperado de <https://n9.cl/qs0xd>

Murcia, C. y Guariguata, M. (2014). *La restauración ecológica en Colombia. Tendencias, necesidades y oportunidades*. Indonesia: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Recuperado en <https://n9.cl/hwan9>

Norden, N, Angarita, H, Bongers F., et al, sucesional dynamics in neotropical forest are as uncertain as they predictable. Recuperado en <https://n9.cl/hkit3>

Orellana, P. (2022). *Sostenibilidad ambiental*. Recuperado en <https://n9.cl/wzekp>

Palella, S. y Martins, F. (2017). *Metodología de Investigación Cuantitativa*. Editorial: FEDUPEL. Venezuela.

Panhispanico (2022). *Impacto ambiental residual*. Recuperado en <https://n9.cl/zfff3>

Pardo, E. (2021). *¿Qué es la minería ilegal?* Recuperado en <https://n9.cl/ai41t>

Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad y Otras Obligaciones Ambientales del Proyecto Minero Explotación Aurífera Buriticá (2021). Zijin-Continental Gold. Medellín.

Real Academia Española (RAE) (2022). *Definición de Higrico Subxerofitico*. Recuperado en <https://n9.cl/9zwmw>

Resolución 918 de 2011 (2011). *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*. Diario Oficial No. 48.080 de 25 de mayo de 2011. Bogotá. Recuperado en <https://n9.cl/43k8u>

Ríos, G. (2013). Propuesta para generar indicadores de sostenibilidad en sistemas de producción agropecuaria, para toma de decisiones. Caso: Lechería Especializada. (Tesis de

Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado en

<https://n9.cl/98c07>

Rozendaal et al. (2019). *Biodiversity of neotropical secondary forests*. Recuperado en <https://n9.cl/jb5cc>

Rodríguez, N., Almenteras, D., Morales, M. y Romero, M. (2006). *Ecosistemas de los Andes Colombianos*. Segunda Edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Colombia.

Rubio, M. (2018). La observación participante en el estudio etnográfico de las prácticas. *Revista Colombiana de Antropología*, 121-150. Recuperado en

<https://n9.cl/hwkt3>

Sarmiento, M. (2014). *Hacia los bancos de hábitat como herramienta de compensación ambiental en Colombia*. Documento de discusión. Bogotá D.C.: Fundepublico. Recuperado en <https://n9.cl/0bh3l>

Silva, L., Corzo, G. y Portocarrero, M. (2016). *Compensaciones ambientales en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Vargas, N. y González, S. (2020). *Diseño de planes de compensación ambiental obligatoria Guía metodológica*. Fundación Natura. Colombia. Recuperado en

<https://n9.cl/18s8y>

Vera, E., Ávila, M., Reyes, O., Rodríguez, W. y Cuellar, A. (2021). Estudio sectorial “compensaciones ambientales como mecanismo de resarcimiento de pérdidas de biodiversidad en proyectos licenciados”. Comité de Evaluación Sectorial. Recuperado en

<https://n9.cl/g3cvf>

Zijin-Continental Gold (2020). *Mina Buriticá Minería Moderna de Colombia para el mundo*. Recuperado en <https://n9.cl/empdl>

Business and biodiversity offsets Programme (BBOP). 2009. Biodiversity Offset Design Handbook. BBOP, Washington, D.C.