

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EX - ANTE
PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y
EXPLOTACIÓN SIMULTÁNEA
BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA
ÁREA MINERA PAUSHIYACU 11 CÓDIGO 100000379**



Titular:

TERRIGENO GOLD MINE S.A.

RESPONSABILIDAD PROFESIONAL:

Gestión-Tecnificada Cia.Ltda.

Empresa Consultora

REGISTRO N° MAATE-SUIA-0171-CC

Quito, Enero 2025

Tabla de contenido

8.	INVENTARIO FORESTAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA.....	4
8.1.	Antecedentes	4
8.2.	Materiales y Métodos.....	4
8.2.1.	Datos generales del proyecto.....	4
8.2.2.	Estado de intervención de la cobertura según tipo de vegetación	5
8.2.3.	Fase de campo	7
8.2.4.	Análisis de datos.....	10
8.3.	Resultados del inventario forestal.....	11
8.3.1.	Caracterización de la vegetación según su composición, estructura y diversidad.....	11
8.3.2.	Endemismo y categorías de amenaza.....	17
8.4.	Valoración Económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos de la Concesión Minera Paushiyacu 11	17
8.4.1.	Antecedentes	17
8.4.2.	Metodología.....	17
8.4.3.	Valoración de bienes ambientales	19
8.4.4.	Resultados.....	21
8.5.	Conclusiones.....	22

A. ÍNDICE DE TABLA

TABLA 8-1:	UBICACIÓN DE PARCELAS EN EL AREA DE CONCESIÓN DATUM WGS 84 17 S.....	9
TABLA 8-2:	PARÁMETROS COMPOSICIONALES DENTRO DE LA CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA.	10
TABLA 8-3:	PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE ACUERDO AL INVENTARIO	11
TABLA 8-4:	PARÁMETROS ESTRUCTURALES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EN LA ZONA INVENTARIADA.....	13
TABLA 8-5:	VOLUMEN DE MADERA EN PIE POR UNIDAD DE MUESTREO	15
TABLA 8-6:	PRINCIPALES SERVICIOS Y BIENES AMBIENTALES PRESENTES	18

B. ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 8-1: MAPA DE ECOSISTEMAS PRESENTES EN LA CONCESIÓN MINERA PAUSHIYACU 11	6
FIGURA 8-2: MAPA DE COBERTURA Y USO DE SUELO Y SU DEMARCACION CON LAS AREAS FAVORABLES DEL PROYECTO MINERO PAUSHIYACU 11.....	7
FIGURA 8-3: CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DETERMINANDO EL ESFUERZO DE MUESTREO EN EL PROYECTO MINERO PAUSHIYACU 11	8
FIGURA 8-4: MAPA COBERTURA Y USO DE SUELO Y PUNTOS DE MUESTREO EN LA CONCESIÓN MINERA PAUSHIYACU 11	8
FIGURA 8-5: NÚMERO DE INDIVIDUOS POR HA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL INVENTARIO	14
FIGURA 8-6: ÁREA BASAL POR HA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL INVENTARIO.....	14
FIGURA 8-7: ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA COBERTURA BOScosa DE LA CONCESIÓN “PAUSHIYACU 11”: A) NÚMERO DE INDIVIDUOS POR CLASE DIAMÉTRICA; B) ÁREA BASAL POR CLASE DIAMÉTRICA; C) VOLUMEN COMERCIAL Y TOTAL POR CLASE DIAMÉTRICA	15
FIGURA 8-8: GUÍA PARA IDENTIFICAR LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS DE ACUERDO A LOS COMPONENTES DE BIENESTAR HUMANO	17

8. INVENTARIO FORESTAL Y VALORACIÓN ECONÓMICA

8.1. Antecedentes

Los estudios forestales representados principalmente a través de inventarios son considerados instrumentos efectivos para determinar la composición florística, estructura, endemismo y etnobotánica de los bosques y los cambios por medio de actividades antrópicas. Dentro de las consideraciones ecológicas para la evaluación de cobertura vegetal y servicios ecosistémicos, los inventarios generan información de relevancia que permiten estimar parámetros como dinámica de crecimiento, regeneración, captura y almacenamiento de carbono, regulación hidrológica y mitigación de gases de efecto invernadero, los cuales en la actualidad muestran su importancia para mitigar problemas ambientales como el cambio climático, deforestación y deterioro de ecosistemas, mediante la incorporación de alternativas de manejo que permitan lograr un enfoque de conservación y desarrollo sostenible.

Dentro de las normas establecidas por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, específicamente los artículos 434, 458 y 459 del Reglamento al Código orgánico del Ambiente, Acuerdo Ministerial 076 y Acuerdo Ministerial 134 relacionados con el inventario forestal y valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos por remoción de cobertura vegetal nativa para la implementación de proyectos, obras o actividades sujetas a regularización ambiental. Bajo esta perspectiva, para la realización de cualquier actividad extractiva, se considera como requisito ineludible la realización de inventarios forestales a fin de conocer las características, funciones y estado de conservación de los recursos forestales.

En este contexto, se presenta el estudio de inventario forestal y valoración de bienes y servicios ecosistémicos, donde se plasma las características florísticas, endemismos y estado de conservación del recurso forestal en la concesión de minería aluvial “Paushiyacu 11” en la provincia de Orellana. Dentro del contexto de la concesión minera Paushiyacu 11, los trámites legales sobre las consideraciones ambientales sobre las cuales se desarrolla las actividades mineras, se detalla la correspondiente tramitación del certificado de intersección con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques Protectores y Patrimonio Forestal del Estado y de ello se deduce el presente informe como requisito para la obtención de la licencia ambiental.

8.2. Materiales y Métodos

8.2.1. Datos generales del proyecto

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

DATOS DEL PROYECTO	
Nombre de Proyecto:	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXANTE PARA LAS FASES DE EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DE LA CONCESIÓN MINERA PAUSHIYACU 11 CÓDIGO 100000379.
Concesión Minera:	PAUSHIYACU 11

Código:	100000379				
Código del proyecto SUIA:	MAE-RA-2018-366430				
Fase Minera:	EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA				
Recurso a Explotar y Beneficiar aprovechar:	Oro Aluvial				
Superficie Total:	296 ha	Superficie Favorable	85,6 ha	Superficie de bosque	59,42 ha
Ubicación Geográfica, Político y Administrativa:	Provincia:		Orellana		
	Cantón:		Loreto, Orellana		
	Parroquia:		San José de Payamino, San Luis de Armenia		
FASE MINERA					
Método de Explotación:	Cielo abierto mediante cortes de 50 x 40 metros. Corte explotado corte remediado.				
COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM WGS 84 zona 17 sur					
Punto	X		Y		
P.P.	922279,6959		9951963,405		
1	923479,6959		9951963,405		
2	923479,6959		9951763,405		
3	924079,6959		9951763,405		
4	924079,6959		9951363,405		
5	925779,6959		9951363,405		
6	925779,6959		9950263,405		
7	924879,6959		9950263,405		
8	924879,6959		9950763,405		
9	924579,6959		9950763,405		
10	924579,6959		9950263,405		
11	924179,6959		9950263,405		
12	924179,6959		9950763,405		
13	923779,6959		9950763,405		
14	923779,6959		9950963,405		
15	923479,6959		9950963,405		
16	923479,6959		9950663,405		
17	923179,6959		9950663,405		
18	923179,6959		9951563,405		
19	922279,6959		9951563,405		
20	922279,6959		9951963,405		

Fuente: Equipo consultor 2024

8.2.2. Estado de intervención de la cobertura según tipo de vegetación

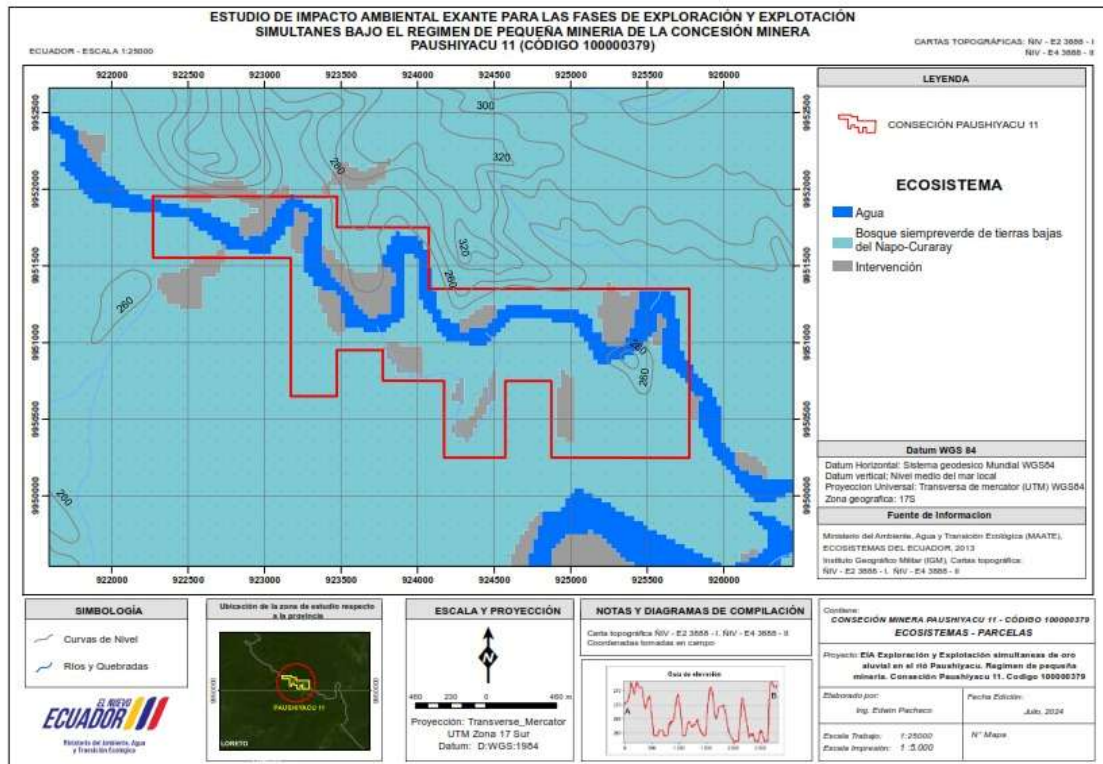
El bosque presenta altos grados de intervención debido a fenómenos naturales por tratarse de áreas inundables del río Paushiyacu, donde algunos sitios son considerados como meandros naturales del cauce, asimismo, actividades de producción agrícola y pecuaria anterior al establecimiento del proyecto minero han ejercido influencia para la cobertura actual. Consecuentemente se cataloga este tipo de vegetación como un bosque de ribera donde las especies forestales son en su mayoría especies pioneras. Dentro de esta formación vegetal se resaltan especies en diferentes grados sucesionales con una predominancia de especies pioneras principalmente del género *Heliocarpus*, *Miconia*, *Inga* y *Cecropia*, asociadas a palmas del género *Iriarthea* y

Socratea, además de helechos arborescentes principalmente del género *Cyathea* y hierbas bambusoideas como *Guadua angustifolia*. En la figura 8-1 se visualiza la vegetación de la concesión y en bajo impacto de las actividades mineras.

De acuerdo con el mapa de ecosistemas (MAE 2013) el área de concesión se ubica dentro del ecosistema de bosque siempre verde de tierras bajas del Napo – Curaray. Que incluye comunidades boscosas con gran variación en la composición, pues se trata de una de las zonas florísticamente más diversas de la Amazonía. Esta variación se acentúa y se hace abrupta hacia el este a medida que la distancia del piedemonte de los Andes se incrementa. Son principalmente siempreverdes, altos y densos con un dosel de 30–35 m de altura con árboles emergentes de hasta 45–50 m (Guevara, et al 2012).

En esta zona la diversidad y abundancia de ciertos grupos es marcadamente diferente, las familias más abundantes son: Arecaceae, Fabaceae, Moraceae, Rubiaceae, Sapotaceae, Melastomataceae mientras que las más diversas son: Fabaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Sapotaceae. Algunos géneros son particularmente diversos en Yasuní a diferencia de otras áreas de la Amazonía ecuatoriana, entre los grupos más ricos en especies se encuentran los géneros Inga, Ocotea, Pouteria, Virola, Eugenia y Calyptranthes (Guevara, et al 2012).

FIGURA 8-1: MAPA DE ECOSISTEMAS PRESENTES EN LA CONCESIÓN MINERA PAUSHIYACU 11

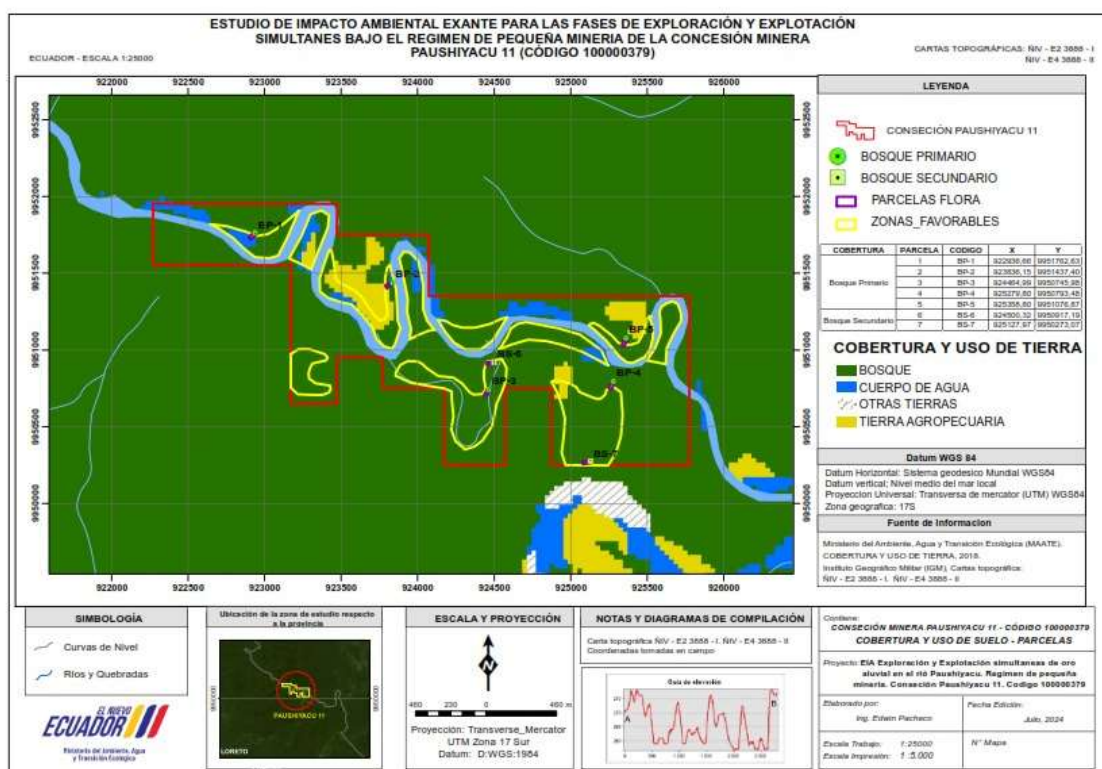


Fuente: Equipo consultor, 2024.

8.2.3. Fase de campo

En el proyecto minero Paushiyacu 11, al tratarse de un proceso de minería aluvial, se han determinado áreas de beneficio o favorables en la implantación del proyecto (influencia directa) correspondiente a 85,60 ha en las cuales se determina una superficie de bosque a ser removida de 72,52 ha. Definida esta superficie, se determina la intensidad de muestreo para el inventario forestal y la valoración de bienes y servicios ecosistémicos. Estas superficies son tentativas, y es muy probable que, realizada la exploración, esta superficie se reduzca.

FIGURA 8-2: MAPA DE COBERTURA Y USO DE SUELO Y SU DEMARCAACION CON LAS AREAS FAVORABLES DEL PROYECTO MINERO PAUSHIYACU 11



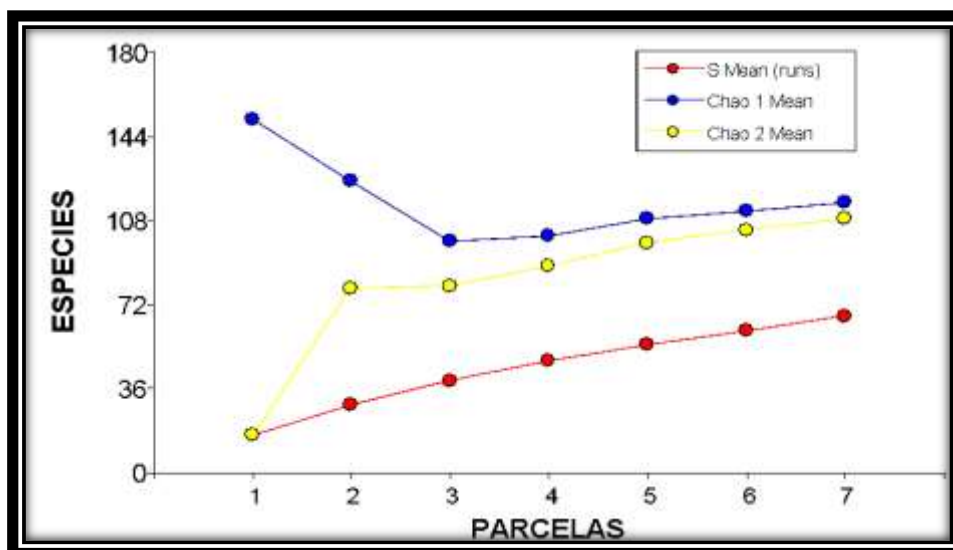
Fuente: Equipo consultor, 2024.

De acuerdo con las áreas potenciales a remoción de cobertura forestal, se instalaron 7 parcelas de muestreo de 1000 m² (0.1 ha) que comprenden 0,7 ha muestreadas que sobrepasa lo establecido en los términos de referencia (se considera como mínimo el 1% de la vegetación a ser afectada dentro de las diferentes actividades) (Tabla 8-3), el área de la concesión posee una vegetación predominante de bosque nativo intervenido y en estado sucesional, el cual ha sido sujeto a aprovechamientos selectivos de madera y fenómenos de crecidas.

Para la ubicación de las parcelas de muestreo, se realizó un recorrido a nivel de río, por las áreas de beneficio del proyecto y se seleccionaron puntos estratégicos, considerando que la distribución de las parcelas sea más o menos uniforme en toda la zona de estudio. El esfuerzo de muestreo estuvo determinado en primera instancia de

acuerdo a lo establecido por la autoridad ambiental (1% de la superficie de bosque a ser removida) y mediante la gráfica de una curva de acumulación de especies de acuerdo con el método de Coleman (curvas de asíntotas completas) mediante el software EstimateS 9.1.0 (Colwell 1997; Colwell et al 2004).

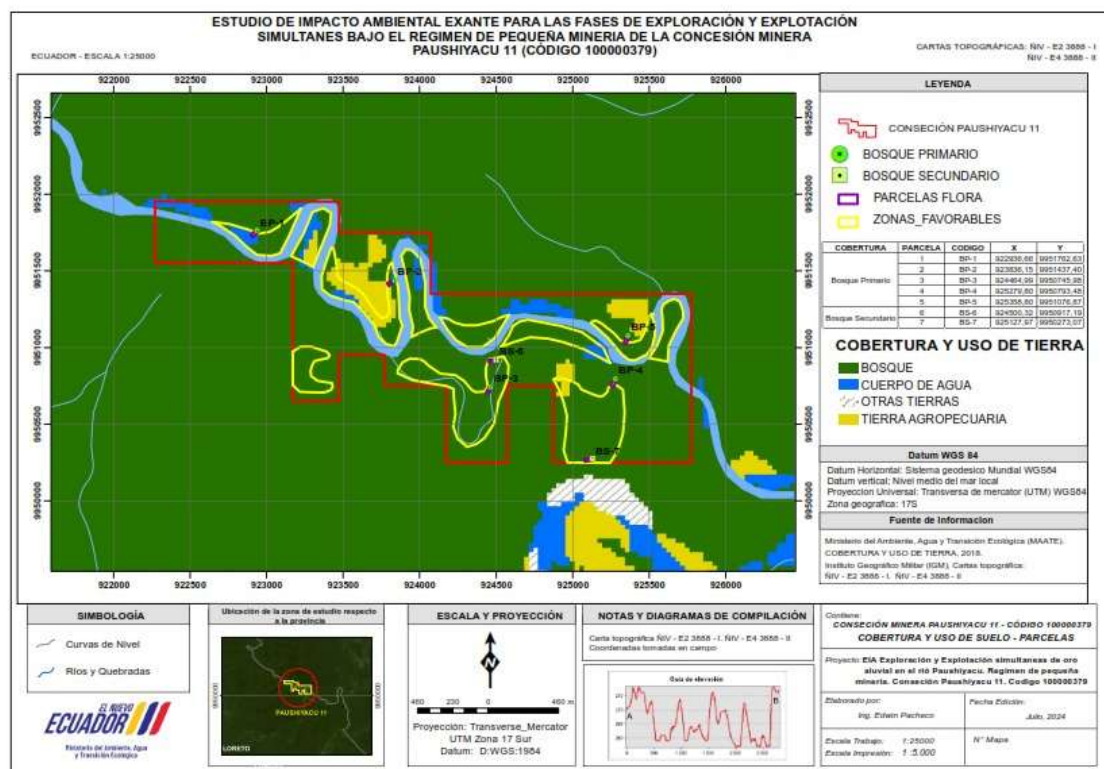
FIGURA 8-3: CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES DETERMINANDO EL ESFUERZO DE MUESTREO EN EL PROYECTO MINERO PAUSHIYACU 11



Fuente: Equipo consultor, 2024.

De acuerdo con la metodología de Mostacedo y Fredericksen (2000), se instalan las parcelas temporales desde un carril principal con puntos de control dependiendo de la visibilidad y complejidad del terreno. En la Tabla 8-1 se resumen las parcelas instaladas con su respectiva descripción.

FIGURA 8-4: MAPA COBERTURA Y USO DE SUELO Y PUNTOS DE MUESTREO EN LA CONCESIÓN MINERA PAUSHIYACU 11



Fuente: Equipo consultor, 2024.

TABLA 8-1: UBICACIÓN DE PARCELAS EN EL AREA DE CONCESIÓN DATUM WGS 84 17 S

PARCELA	X	Y	VEGETACIÓN
1	9951762,634	922936,657	BOSQUE DE RIBERA CON ESPECIES PIONERAS
2	9951420,851	923723,035	BOSQUE DE RIBERA CON ESPECIES PIONERAS
3	9950745,978	924464,994	BOSQUE DE RIBERA CON ESPECIES PIONERAS
4	9950793,478	925279,796	BOSQUE DE RIBERA CON ESPECIES PIONERAS
5	9951076,872	925358,795	BOSQUE DE RIBERA CON ESPECIES PIONERAS
6	9950927,759	924417,012	BOSQUE DE RIBERA CON ESPECIES PIONERAS
7	9950273,066	925127,968	BOSQUE DE RIBERA CON ESPECIES PIONERAS

Fuente: Equipo consultor, 2024

En las parcelas instaladas se midieron en todos los individuos \geq a 10 cm de DAP variables composicionales (especies, géneros y familias) y estructurales (DAP, AB, Altura) con el fin de determinar la composición florística, riqueza y diversidad de especies; así como su potencial productivo. Todos los individuos fueron marcados con un número serial de acuerdo con cada parcela.

La identificación botánica se llevó a cabo in situ con la ayuda de guías nativos y la experiencia profesional, en el caso de las especies difíciles de clasificar en campo, se recolectó las muestras botánicas (mediante podadoras de mano y telescópicas y la correspondiente codificación) las cuales se manejaron mediante un archivo fotográfico para su posterior asignación de una identidad taxonómica por medio expertos

8.2.4. Análisis de datos

Luego de a ver recopilado la información de campo y armado la base de datos del inventario forestal, se procedió a realizar en análisis bajo la metodología de acumulación de especies a fin de corroborar un esfuerzo de muestreo eficiente mediante la gráfica de asíntotas completas.

Dentro de los análisis de composición y estructura, datos fueron procesados para determinar varios parámetros ecológicos (Mitchel 2001; Curtis 1959). Entre estos se encuentran la abundancia (absoluta: Ind/ha; y relativa %) Dominancia (absoluta y relativa), frecuencia (absoluta y relativa) y los índices de diversidad de Shannon (H') y Simpson (D') (Mateucci & Colma 1982; Magurran 1988). Las ecuaciones paramétricas utilizadas para calcular estos parámetros son estándares reconocidos en el campo de la ecología y se describen en detalle en el (Tabla 8-2). Estas ecuaciones permiten cuantificar y comparar la estructura y diversidad de diferentes comunidades ecológicas de manera precisa y consistente (Mateucci & Colma, 1982; Magurran, 1988).

Dentro de los parámetros dasométricos del inventario, se determinó la estructura por clases diamétricas en las cuales se consideró elementos como Número de individuos, área basal y volumen por clases diamétricas. Para el análisis estructural del bosque, se dividieron los datos por clases diamétricas (10 – 20; 20,1 – 30; 30,1 – 40; 40,1 – 50; 50 – 60 y < 60 cm de DAP). Los análisis se trabajaron mediante bases de datos en EXCEL y las gráficas explicativas con el programa InfoStat 2010 (Balzarini et al 2008).

TABLA 8-2: PARÁMETROS COMPOSICIONALES DENTRO DE LA CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA.

PARÁMETRO	ECUACIÓN
Abundancia absoluta: N° de individuos de la especie registrados en una unidad de área	$A_{abs} = \frac{N^{\circ} \text{ Ind}}{\text{Área}}$
Abundancia relativa: Porcentaje de la abundancia absoluta sobre la abundancia total	$Abr = \frac{N^{\circ} \text{ Ind . de la especie}}{\sum \text{ total individuos}} \times 100$
Dominancia relativa: Porcentaje del área basal de la especie sobre el área basal total	$Dmr = \frac{AB \text{ especie}}{AB \text{ Total}} \times 100$
Frecuencia Relativa: Proporción de unidades de muestreo en las que se encuentra una especie en relación con el número total de unidades de muestreo.	$Fr = \frac{F \text{ de la especie}}{\sum F \text{ todas especies}} \times 100$
Índice de valor de Importancia (IVI): Describe la importancia relativa de las especies en una comunidad vegetal.	$IVI = \frac{Abr + Dmr + Fr}{3}$
Índice de Diversidad de Shannon. Valor estadístico utilizado para cuantificar la diversidad específica en un ecosistema o comunidad.	$H = \sum_{i=1}^s p_i * \log_n (p_i)$

Índice de diversidad de Simpson. Cuantifica la riqueza de especies (el número de especies presentes) y la abundancia relativa de cada especie.	$D = \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$
Volumen Comercial	$V_c = AB * H_c * f$
Volumen Total	$V_t = AB * H_t * f$

Fuente: Equipo consultor, 2024

Para determinar el endemismo de las especies encontradas, se revisó “Flora of Ecuador” en el cual se cita el endemismo de las plantas (Harling y Anderson). El libro rojo de las especies endémicas del Ecuador (Valencia et al 2000), el Catálogo de Plantas vasculares del Ecuador (Jørgensen y León-Yáñez 1999). Las categorías de amenaza de extinción de las especies se definieron de acuerdo a los parámetros indicados por UICN, adaptando a las condiciones para interpretar y analizar los resultados de los registros obtenidos y, que se refieren principalmente al análisis de las poblaciones de las especies (Valencia et al 2000).

8.3. Resultados del inventario forestal

8.3.1. Caracterización de la vegetación según su composición, estructura y diversidad

En 7 parcelas de inventario (0,7 ha) instaladas en las áreas de bosque primario secundario, se registró un total de 281 individuos de árboles representados en 37 familias, 60 géneros, y 67 especies botánicas. Estas características de la vegetación en la zona nos indican una riqueza de especies alta, debido al grado sucesional en el área muestreada, donde se registran en su mayoría especies pioneras, especies sucesoras y clímax, dadas las condiciones ecológicas para su desarrollo (áreas de claros por fenómenos naturales principalmente crecidas) las especies Heliófitas efímeras y Heliófitas durables muestran una mayor abundancia frente a un número reducido de especies sucesoras y Esciófitas dando al bosque un matiz característico de un bosque intervenido o perturbado.

TABLA 8-3: PARÁMETROS ECOLÓGICOS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE ACUERDO AL INVENTARIO

Especies	Ind/ha	AB/ha	FrR	DenR	DomR	IVI	Pi2	SHANNON
Mauritia flexuosa L. f.	20,0	5,860	4,39	4,98	19,15	9,51	0,0025	0,149
Heliocarpus americanus L.	50,0	1,164	2,63	12,46	3,80	6,30	0,0155	0,259
Jacaratia spinosa (Aubl.) A. DC.	22,9	1,724	3,51	5,69	5,64	4,95	0,0032	0,163
Virola calophylla (Spruce) Warb.	20,0	1,790	3,51	4,98	5,85	4,78	0,0025	0,149
Cecropia engleriana Sneathl.	38,6	0,640	2,63	9,61	2,09	4,78	0,0092	0,225
Guarea glabra Vahl	5,7	2,486	3,51	1,42	8,13	4,35	0,0002	0,061

<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	24,3	1,339	2,63	6,05	4,38	4,35	0,0037	0,170
<i>Ficus insipida</i> Willd.	14,3	1,191	3,51	3,56	3,89	3,65	0,0013	0,119
<i>Inga</i> sp.	14,3	0,511	4,39	3,56	1,67	3,21	0,0013	0,119
<i>Nectandra</i> sp.	10,0	1,181	1,75	2,49	3,86	2,70	0,0006	0,092
<i>Dendropanax macrophyllum</i> Cuatrec.	4,3	1,595	1,75	1,07	5,21	2,68	0,0001	0,048
<i>Erythrina amazonica</i> Krukoff	4,3	1,319	1,75	1,07	4,31	2,38	0,0001	0,048
<i>Otoba gordoniiifolia</i> (A. DC.) A.H. Gentry	8,6	1,222	0,88	2,14	4,00	2,34	0,0005	0,082
<i>Theobroma bicolor</i> Bonpl.	12,9	0,340	2,63	3,20	1,11	2,31	0,0010	0,110
<i>Guarea grandifolia</i> D.C.	5,7	0,831	2,63	1,42	2,72	2,26	0,0002	0,061
<i>Inga acreana</i> Harms	14,3	0,282	1,75	3,56	0,92	2,08	0,0013	0,119
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	8,6	0,374	2,63	2,14	1,22	2,00	0,0005	0,082
<i>Cecropia herthae</i> Diels	8,6	0,573	1,75	2,14	1,87	1,92	0,0005	0,082
<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski	4,3	0,438	1,75	1,07	1,43	1,42	0,0001	0,048
TOTAL	401	30,60					0,0462	3,57
SIMPSON							0,95	
FrR = Frecuencia relativa DenR = Densidad relativa DomR = Dominancia Relativa IVI = Índice de Valor de Importancia PI2 = Frecuencia poblacional								

Fuente: Equipo consultor, 2024

De acuerdo al Índice de Valor de Importancia (IVI), se determina que las zonas boscosas de la concesión corresponde a un tipo de vegetación secundaria en estado sucesional dominada por Balsillas (*Heliconia americana*), Guabillas (*Inga acreana*), Sangre de gallina (*Virenia calophylla*), Higueros (*Ficus insipida*), y Guarumo (*Cecropia engleriana*) entre las principales (Tabla 8-3 y Fig. 8.2), que comprenden una abundancia relativa del 69% respecto del total de individuos (más de la mitad) y una dominancia de cerca del 70% del área basal total. Estas especies se encuentran asociadas a otras especies características del sector como Papayos, Coltas, Cedrillos y Costillos que en su mayoría corresponden a especies Heliófitas de bajo valor.

De acuerdo a los datos de densidad y dominancia de especies arbóreas, se determina que el bosque inventariado se ubica dentro de las formaciones de bosque siempreverde montano, caracterizado por especies arbóreas, generalmente siempreverdes, donde el dosel superior alcanza alturas de hasta 15 m y la abundancia está por encima de los 400 Individuos por ha. Sin embargo, dentro de la zona estudiada se evidenció una densidad de 430 Ind/ha dado a conocer el estado sucesional y de dinámica en el sector. Esta formación se caracteriza por la presencia de especies donde más del 75% de las especies se consideran perennes, es decir no pierden su follaje y las especies dominantes corresponden a las familias MALVACEAE, MIMOSACEAE, MYRISTICACEAE, CECROPIACEAE, MELIACEAE, y ASTERACEAE. Actualmente estos bosques son caracterizados por presentar diferentes grados de intervención

antrópica, situación que se constató en la mayor parte del área de la concesión, (ANEXO 4 INVENTARIO FORESTAL).

De acuerdo a los valores de los índices de diversidad, se determina que esta zona presenta una diversidad alta según los índices: Shannon (de acuerdo a la escala: de 1 a 4) y Simpson (de acuerdo a la escala: de 0 a 1), situación considerada importante debido al grado de degradación que presentan estos ecosistemas y que responde precisamente al grado de intervención donde luego de una perturbación aparecen especies pioneras y sucesoras y las especies del bosque original, originando un mosaico rico en diversas especies.

Los valores de acuerdo con la escala del índice ubican a la zona inventariada con una diversidad alta con 3,57 para Shannon y 0,95 para Simpson. La diversidad registrada en la zona puede responder a la presencia de especies pioneras, sucesoras y climax registradas en la zona, lo importante es diferenciar la estructura del bosque, la misma que muestra un área basal reducida al igual que su volumen, Así mismo, una diversidad alta, no significa que los valores de producción del bosque sean altos, sino más bien por la abundancia de especies pioneras puede constituirse en una formación con poca producción forestal (madera comercial).

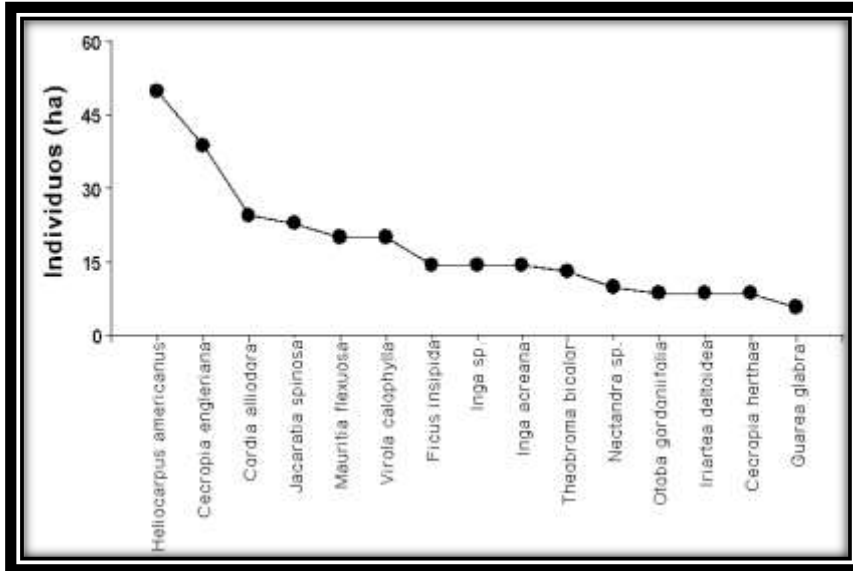
TABLA 8-4: PARÁMETROS ESTRUCTURALES DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EN LA ZONA INVENTARIADA

Especies	Ind/ha	AB/ha	VOL_T/ha	VOL_C/ha
Mauritia flexuosa L. f.	20,0	5,860	29,683	17,408
Guarea glabra Vahl	5,7	2,486	41,230	19,998
Virola calophylla (Spruce) Warb.	20,0	1,790	24,888	18,394
Jacaratia spinosa (Aubl.) A. DC.	22,9	1,724	17,135	10,879
Dendropanax macrophyllum Cuatrec.	4,3	1,595	12,139	6,748
Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken	24,3	1,339	8,851	6,125
Erythrina amazonica Krukoff	4,3	1,319	8,735	5,255
Otoba gordoniifolia (A. DC.) A.H. Gentry	8,6	1,222	17,240	12,092
Ficus insipida Willd.	14,3	1,191	8,583	5,887
Nectandra sp.	10,0	1,181	14,224	8,070
Helicarpus americanus L.	50,0	1,164	6,433	3,798
Guarea grandifolia D.C.	5,7	0,831	9,501	4,629
Cecropia engleriana Sneathl.	38,6	0,640	3,441	2,018
Cecropia herthae Diels	8,6	0,573	7,849	5,292
Inga sp.	14,3	0,511	3,471	2,058
Piptocoma discolor (Kunth) Pruski	4,3	0,438	2,460	2,020
Iriartea deltoidea Ruiz & Pav.	8,6	0,374	2,124	1,840
Theobroma bicolor Bonpl.	12,9	0,340	1,295	0,719
Inga acreana Harms	14,3	0,282	1,812	0,981
Cybianthus magnus (Mez) Pipoly	4,3	0,394	2,548	1,332
Acacia glomerosa Benth.	2,9	0,411	2,874	1,797
Apeiba tibourbou Aubl.	5,7	0,426	2,301	2,057
Myrcianthes prodigiosa McVaugh	5,7	0,142	0,894	0,452
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	1,4	0,682	4,777	3,344
Grias neuberthii J.F. Macbr.	4,3	0,154	0,940	0,580
TOTAL	401	30,60	266,54	163,39
IND/HA = Densidad Absoluta (Individuos por hectárea)				
G /HA Área Basal (m ² / ha)				

VOL_COM = Volumen total (m³/ha)
 VOL_TOT = Volumen Comercial (m³/ha)

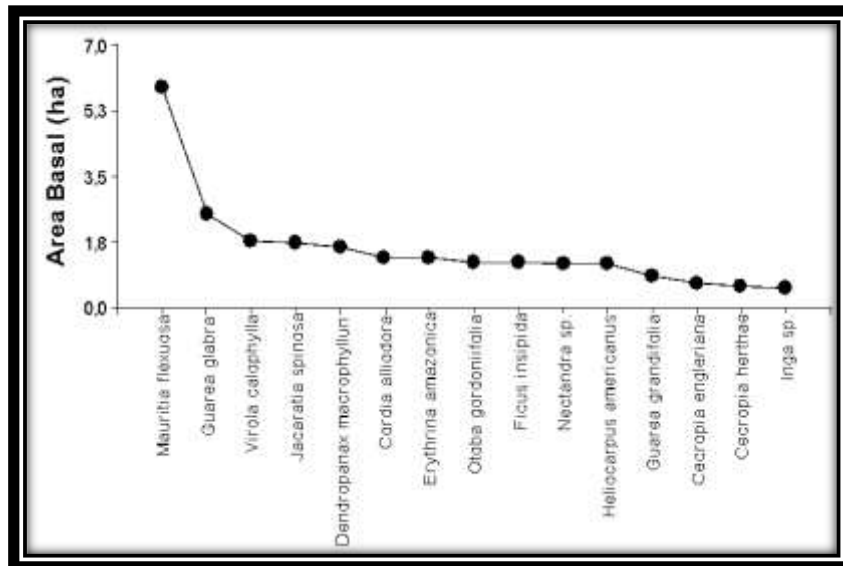
Fuente: Equipo consultor, 2024

FIGURA 8-5: NÚMERO DE INDIVIDUOS POR HA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL INVENTARIO



Fuente: Equipo consultor, 2024.

FIGURA 8-6: ÁREA BASAL POR HA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN EL INVENTARIO



Fuente: Equipo consultor, 2024.

De acuerdo con los datos obtenidos en el inventario se determinó una densidad total del bosque secundario de 281 individuos (401 individuos/ha), con un área basal de 21,42

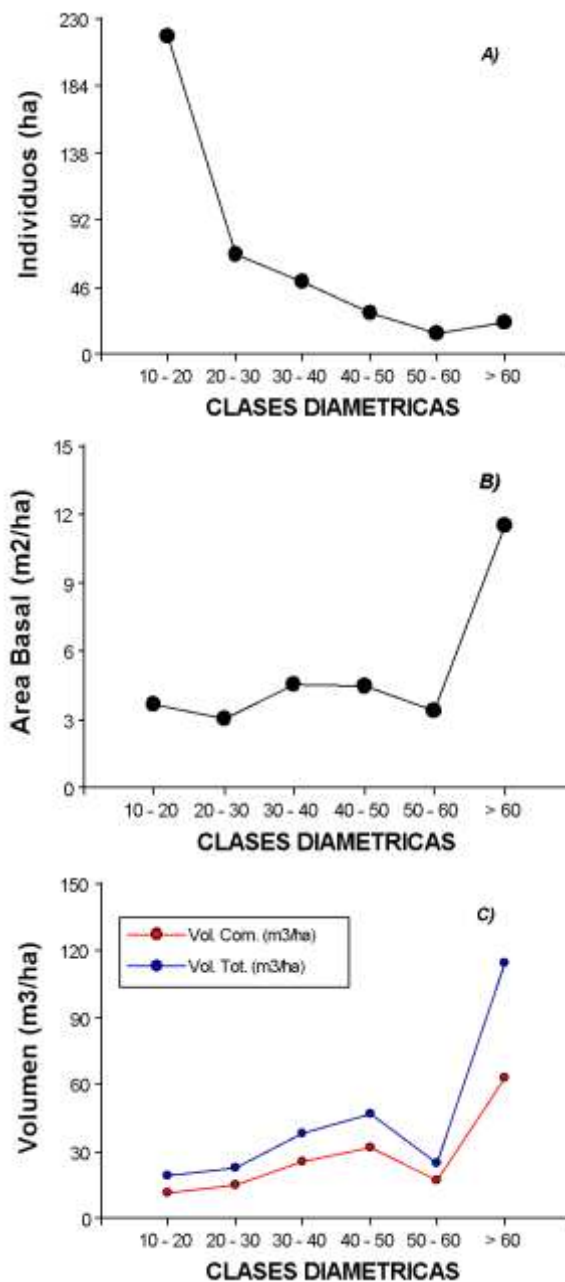
m² (30,60 m²/ha equivalente) y un volumen comercial y total de 186,58 y 114,37m³ (163,39 y 266,54 m³/ha) respectivamente.

TABLA 8-5: VOLUMEN DE MADERA EN PIE POR UNIDAD DE MUESTREO

PARCELA	VOL_C	VOL_C (Ha)	VOL_T	VOL_T (Ha)
1	21,471	214,715	32,200	322,00
2	6,003	60,033	10,673	106,73
3	8,314	83,143	13,410	134,10
4	17,652	176,519	25,789	257,89
5	7,910	79,099	13,451	134,51
6	28,233	282,335	46,168	461,68
7	24,791	247,907	44,893	448,93
TOTAL	114,375	1143,751	186,584	1865,84
PROMEDIO		163,39		266,54

Estos valores sustentan el análisis composicional, donde se determina el estado de intervención de los predios de la concesión y los parámetros estructurales muestran un bosque con características fisonómicas regulares y la predominancia de especies pioneras.

FIGURA 8-7: ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA COBERTURA BOSCOSEA DE LA CONCESIÓN “PAUSHIYACU 11”: A) NÚMERO DE INDIVIDUOS POR CLASE DIAMÉTRICA; B) ÁREA BASAL POR CLASE DIAMÉTRICA; C) VOLUMEN COMERCIAL Y TOTAL POR CLASE DIAMÉTRICA



Fuente: Equipo consultor, 2024.

El número de individuos de acuerdo con las clases diamétricas muestra una tendencia de J invertida, donde la mayor predominancia de individuos se encuentra en las clases más bajas (10 – 20 cm), característico de un bosque natural disetáneo, con abundancia de individuos juveniles (Fig. 8-7a)

Dentro del análisis estructural del bosque, se observa a nivel de rodal un valor alto en los individuos de 10 – 20 y de 20 a 30 cm de DAP, ya que en esta clase se encuentra un mayor número de individuos distribuidos en el bosque. Los individuos con mayor diámetro generan una mayor dominancia, sin embargo, su abundancia es baja (Fig. 8-7b). Frente a estos resultados podemos inferir que el estado de conservación del bosque

es moderado y las especies del sector cumplen una función ecológica dentro de la dinámica de las diferentes poblaciones existentes en el mismo y que las actividades extractivas no son decisivas frente a una extinción en la zona. Las tendencias respecto a área basal y volumen de madera, tanto comercial como total muestran una tendencia de incremento en los individuos de diámetros menores, fenómeno relacionado a la abundancia de individuos en clases pequeñas. Esta tendencia nos da una correlación negativa de incremento del diámetro o grosor de los árboles indiferentemente de la abundancia de las especies.

8.3.2. Endemismo y categorías de amenaza

Durante el inventario y luego en la caracterización taxonómica de las especies, no se determinaron especies endémicas, por consiguiente, no se establecen especies bajo una categoría de amenaza en la vegetación propuesta por la Unión Internacional para la Conservación (UICN).

8.4. Valoración Económica de Bienes y Servicios Ecosistémicos de la Concesión Minera Paushiyacu 11

8.4.1. Antecedentes

De acuerdo con la información generada por la caracterización florística, el inventario forestal e información secundaria, se ha identificado los principales bienes y servicios que de manera directa e indirecta contribuyen en la generación de aportes económicos a las personas o comunidades cercanas a la zona; de acuerdo a los parámetros establecidos es posible cuantificar y obtener un precio de mercado para cada uno de esos bienes y servicios identificados. En el presente acápite, se pretende mostrar los principales bienes y servicios ecosistémicos de la concesión minera Paushiyacu 11 y, una estimación de los aportes actuales y potenciales, de las diversas formas en que se utilizan dichos bienes y servicios del sitio en mención.

8.4.2. Metodología

❖ Identificación de bienes y servicios ambientales

Para identificar los principales bienes y servicios ambientales en las concesiones, se utilizó la guía de los Ecosistemas del Milenio, seleccionando los principales bienes y servicios ambientales en cuatro grupos principales de bienestar humano: “apoyo”, “aprovisionamiento”, “regulación” y “culturales”.

FIGURA 8-8: GUÍA PARA IDENTIFICAR LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS DE ACUERDO A LOS COMPONENTES DE BIENESTAR HUMANO



Fuente: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio

Bajo este esquema se identificó varios servicios y bienes ambientales los cuales se relacionan con los componentes de bienestar humano: de servicios de regulación, de aprovisionamiento y culturales (Tabla 8-6).

TABLA 8-6: PRINCIPALES SERVICIOS Y BIENES AMBIENTALES PRESENTES

SERVICIOS AMBIENTALES	BIENES AMBIENTALES
<ul style="list-style-type: none"> ● Secuestro de carbono (regulación) ● Belleza escénica (cultural) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Agua (aprovisionamiento) ● Productos maderables y no maderables del bosque (aprovisionamiento) ● Productos medicinales derivados de la biodiversidad (aprovisionamiento) ● Plantas para realizar artesanías (Cultural)

Fuente: Equipo consultor, 2024

Dentro del estudio, se realizó la valoración económica del secuestro de carbono (regulación) por la disponibilidad de información (inventario forestal); la valoración de productos forestales maderables y no maderables y, la valoración económica del recurso agua (aprovisionamiento).

Respecto a la belleza escénica, no se consideró en el estudio a pesar de que la zona representa un atractivo escénico, sin embargo, dentro de la concesión no está permitido el ingreso a particulares o turistas y las tierras poseen propietarios, por lo tanto, no existe visita turística y consecuentemente no se aplica la metodología del MAE ya que no se cuenta con un valor monetario que pagan turistas (nacionales y extranjeros) ni registros de flujos de turistas.

Con productos medicinales derivados de la biodiversidad, no se realizó la valoración, pues en la concesión no hay presión por la extracción de plantas silvestres, al igual que con las plantas ornamentales. En cuanto a especies para artesanías tampoco se realizó tal valoración, pues en el sector no existe esta actividad como fuente de ingreso

económico por parte de las comunidades aledañas. Así mismo se realizó una encuesta para conocer el uso de la biodiversidad por parte de las comunidades en las cuales

❖ **Regulación de gases con efecto invernadero (secuestro de carbono)**

Para realizar la estimación de los aportes por el servicio de mitigación de gases de efecto invernadero, se trabajó con la información generada por las estadísticas de patrimonio natural del MAATE y su relación a la tasa de fijación, de acuerdo con lo sugerido por la autoridad ambiental. Sin embargo, se considera pertinente calcular la cantidad de Carbono almacenado (Ton/Ha.) y las tasas de fijación (Ton/Ha/año) a partir de la información levantada en campo correspondiente al inventario forestal. Esto en función de que la referencia de las estimaciones de carbono publicadas por el MAATE, por tratarse de una estimación a nivel de ecosistema y la escala de estimación (Nacional) no es comparable con el levantamiento de datos locales en campo, donde el nivel de incertidumbre es alto en función de las realidades de un territorio específico.

Se estableció un cobro de 6,97 USD /Ha/año por la remoción de CO2 mediante fijación de carbono (Mercado de Carbono Neutro), de acuerdo con el estudio de ECOSYSTEM MARKETPLACE INSIGHTS REPORT, Paying for Quality, State of the Voluntary Carbon Markets 2023. Relacionando los parámetros anteriores, la estimación del aporte a la fijación de carbono se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$Y_c = \sum_{i=1}^n P_c Q_i N_i$$

Dónde:

Y_c : aportes por la fijación de carbono (\$/año)

P_c : Precio (\$/ton) del carbono fijado

Q_i : aportes por la fijación de carbono (\$/año)

P_c : Precio (\$/ton) del carbono fijado

Q_i : Cantidad de carbono fijado (ton/ha/año)

N_i : Número de hectáreas reconocidas para fijación de carbono

i: Tipo de bosque considerado para el servicio de fijación de gases con efecto invernadero.

8.4.3. Valoración de bienes ambientales

❖ **Aprovechamiento de agua como insumo, en las comunidades de influencia de los bosques**

Dado que el agua es un bien que consumen las distintas actividades económicas para su respectivo proceso productivo. Estas actividades tienen un consumo medido en (m3/año), por el cual deberían pagar un precio (\$/año). Como el agua es un bien que puede ser utilizado en distintas actividades y el comprador puede aplicarlo para diferentes fines, no se hará diferencias entre sectores económicos. De acuerdo a una encuesta levantada en campo, el 100% de los encuestados afirmaron no pagar un valor

por el consumo y uso del recurso, esto debido a que el aprovisionamiento lo hacen por medios de posos o el uso directo de afluentes.

Para recopilar información acerca del costo por metro cubico de agua y la demanda del recurso anual, se recopiló información de los Municipios del sector a fin de solicitar la información sobre precios del bien y valores de demanda para las comunidades que poseen relación directa con la zona de estudio. Con todos los datos se aplicó la siguiente ecuación:

$$Y_a = \sum_{i=1}^n S_i P_a Q_i^a$$

Dó Pa: Precio del agua como insumo de la producción (\$/m³)

Q_i^a : Demanda de agua en el sector i (m³/año).

❖ Productos maderables y no maderables del bosque

Para estimar los aportes por el aprovechamiento de las especies maderables y no maderables de procedencia silvestre, es necesario conocer el volumen de madera extraída con valor comercial proveniente de la región, las especies que serán aprovechadas y su valor comercial. La estimación de los aportes se obtiene mediante los datos del inventario forestal y con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$Y_m = \sum_{i=1}^n P_i^{mn} Q_i^{mn}$$

Dónde:

Y_m : Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables (\$/año)

P_i^{mn} : Precio del bien i (\$/m³)

Q_i^{mn} : Volumen del bien i (m³/año)

❖ Aportes totales por servicios y bienes ambientales de la biodiversidad

Para obtener una estimación total de los aportes por biodiversidad, es necesario hacer una sumatoria de los aportes obtenidos por el aprovechamiento individual de los distintos bienes y servicios considerados. En términos algebraicos, la estimación está dada por:

$$Y_{Tb} = \sum_{K=1}^n Y_K$$

Dónde:

Y_{Tb} :Aportes totales de la biodiversidad (\$/año)

Y_K :Aporte de cada componente de la biodiversidad

8.4.4. Resultados

❖ Regulación de gases con efecto invernadero (secuestro de carbono)

La mayor parte de la superficie de la concesión corresponde a Vegetación primaria intervenida y bosque secundario, según el análisis de los datos obtenidos en el campo, la cantidad de carbono almacenado fue de 37,17 Ton. Carbono/Ha. De acuerdo con las estadísticas de patrimonio natural, el carbono almacenado por ecosistema es de 160,4 Ton/ha, con una tasa de fijación de 4.41 Ton/Ha/año

La superficie por intervenir con el presente proyecto minero es de 72,52 Ha, donde potencialmente se realizaría remoción de la cobertura vegetal. Tal como se mencionó en la metodología, el valor a pagar es USD 6,97/Ton.C.

Con los datos mencionados y la aplicación de la ecuación dada por el Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS) se obtiene un valor a pagar de **USD 2.229,09**.

$$4,41 \text{ Ton.C/Ha.} \times 72,52 \text{ Ha.} \times 6.97 \text{ USD/Ton.C.}$$

❖ Valoración de bienes ambientales

- Agua

El precio del agua como insumo de la producción es de \$ 0,17/m³. El aporte de agua en el sector de influencia de la concesión minera es de 270 m³/año. Por lo tanto, el aporte económico total por el aprovechamiento del agua como insumo a la producción a las comunidades aledañas, en las áreas de potencial explotación minera de la concesión Paushiyacu 11 es de **\$ 45,90**.

Productos maderables y no maderables

Las Comunidades aledañas a la concesión Paushiyacu 11, dedican su tiempo a medios y estrategias de vida básicamente de agricultura, ganadería y venta de mano de obra no calificada. Sin embargo, para la zona de bosques se puede evidenciar productos de tipo maderable que posiblemente se puede comercializar y de acuerdo con las comunidades, el aprovechamiento de madera es de tipo eventual. De acuerdo con los datos del inventario forestal se obtuvo una estimación de 266,54 m³/Ha. de madera aprovechable a nivel de rodal con un diámetro mayor o igual a 10 cm de acuerdo con los TDRs establecidos por la autoridad ambiental.

El inventario determinó una superficie por intervenir con actividades de explotación minera, en esta etapa de 72,52 Ha y el precio establecido en la normativa forestal para comercialización de madera (maderas blandas o suaves) fluctúa en 3 USD. /m³ considerando el valor de pie de monte. Es importante recalcar, como se describió

anteriormente, que, una vez realizada la exploración, es posible que las superficies propuestas como favorables disminuyan, por lo que, la afectación y consecuentemente la valoración mostrará una tendencia a reducirse.

Con base en estos parámetros se obtiene una valoración de **USD. 58.004,43**

$$266,54 \text{ m}^3/\text{Ha}, \times 72,52 \text{ Ha}, \times 3,0 \text{ USD}/\text{m}^3.$$

❖ **Aportes totales por servicios y bienes ambientales de la biodiversidad**

Haciendo una sumatoria de todos los valores de cada uno de los bienes y servicios valorados en el estudio, se determinó un valor económico por el total de aportes de la biodiversidad, en el proyecto minero de **USD. 60.279,42**.

$$2.229,09 + 45,9 + 58.004,43$$

Este valor puede considerarse para una implementación de políticas e incentivos de pago por servicios ambientales a los sectores aledaños al proyecto minero.

8.5. Conclusiones

- En el área de la concesión predominan zonas de bosque secundario en estado sucesional, intervenido principalmente por fenómenos naturales de inundaciones y aprovechamiento forestal en bajas proporciones para producción agrícola y pecuaria, dando una fisonomía al bosque secundario e intervenido.
- Se registró un total de 67 especies forestales, de las cuales la mayoría son especies de poco valor local (como productos forestales maderables y no maderables).
- El bosque mantiene sus características estructurales de un bosque disetáneo en donde los grados de sucesión determinan características de un bosque secundario.
- La vegetación natural, alberga especies de flora y fauna que dentro de los predios de la concesión no son prioritarios conservarlos, por ser en su mayoría especies pioneras.
- Se considera pertinente realizar otras actividades alternativas de uso de los recursos como el aprovechamiento de minerales que generen una mayor rentabilidad y se promueva el manejo sostenible de los recursos.
- En los ecosistemas estudiados se logró identificar bienes y servicios ambientales como: secuestro de carbono, belleza escénica, agua, productos maderables y no maderables del bosque, plantas medicinales, plantas ornamentales y plantas para artesanías.
- El valor económico total en el área de estudio y en esta primera etapa del Inventario Forestal, asciende a **\$ 60.279,42**, dato importante para establecer políticas e incentivos dentro de estos ecosistemas; sumado a lo anterior, también hay que tomar en cuenta que las personas de las comunidades que tienen influencia directa con las concesiones mineras estarían dispuestas a pagar un valor adicional por conservación de los ecosistemas a su alrededor.

- La valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos de la concesión de Linderos muestra un aporte significativo a la economía del sector, sin embargo, al relacionar este valor por el número de Ha a intervenir el monto es relativamente bajo.

ELABORADO POR:

Edwin Alberto Pacheco Mg. Sc.

Ing. Forestal