



**ESTUDIO DE
IMPACTO AMBIENTAL
EX ANTE PARA LA
FASE DE
EXPLORACIÓN
AVANZADA DE LA
CONCESIÓN MINERA
TRES CERRILLOS
(CÓD. 40000245) Y LA
CONCESIÓN MINERA
LA PRIMAVERA (CÓD.
40000246)
PERTENECIENTE AL
PROYECTO TRES
CERRILLOS**

INVENTARIO FORESTAL

MAYO 2021

TABLA DE CONTENIDOS

11	INVENTARIO FORESTAL	1
11.1	Inventario forestal.....	1
11.1.1	Ficha técnica	1
11.1.2	Introducción.....	2
11.1.3	Objetivos	3
11.1.4	Descripción del área de estudio.....	3
11.1.5	Metodología.....	5
11.1.6	Ubicación de las parcelas de muestreo	11
11.1.7	Análisis de resultados.....	14
11.1.8	Conclusiones	39
11.1.9	Recomendaciones	40
11.2	Valoración económica de los bienes y servicios ambientales.....	40
11.2.1	Introducción.....	40
11.2.2	Regulación de gases de efecto invernadero - captura de carbono.....	42
11.2.3	Belleza escénica.....	43
11.2.4	Agua.....	44
11.2.5	Productos maderables y no maderables del bosque.....	45
11.2.6	Productos medicinales, ornamentales y artesanales del bosque	46
11.2.7	Resultado final por servicios y bienes ambientales.....	49
11.2.8	Conclusiones	49

TABLAS

Tabla 11-1	Ficha técnica del proyecto	1
Tabla 11-2	Distribución de Ecosistemas en el Área de Estudio	5
Tabla 11-3.	Cobertura y Uso actual del suelo	5
Tabla 11-4	Interpretación del Índice de Diversidad de Simpson.....	9
Tabla 11-5	Ubicación de parcelas de muestreo	14
Tabla 11-6	Especies forestales registradas en El Proyecto Minero Tres Cerrillos.....	16
Tabla 11-7	Índice de valor de importancia en la PMTF1	18
Tabla 11-8	Índice de valor de importancia en PMTF2.	18
Tabla 11-9	Índice de valor de importancia en la PMTF3	19
Tabla 11-10	Índice de valor de importancia en la PMTF4	21
Tabla 11-11	Índice de valor de importancia en la PMTF5	22
Tabla 11-12	Índice de diversidad Shannon-Wiener y Simpson – Parcelas forestales .	23
Tabla 11-13	Área basal de las parcelas forestales.....	23
Tabla 11-14	Área basal por hectárea del área de estudio – parcelas forestales	23
Tabla 11-15	Volumen total de las parcelas forestales.....	24
Tabla 11-16	Volumen por hectárea – parcelas forestales	24
Tabla 11-17	Estado de conservación de las especies.....	34
Tabla 11-18	Resumen del inventario forestal – Proyecto Minero Tres Cerrillos	36
Tabla 11-19	Especies de importantes económica.....	37

Tabla 11-20 Área de remoción de cobertura vegetal en función de la infraestructura a instalar.....	42
Tabla 11-21. Volumen y área basal calculada en el área de estudio.....	42
Tabla 11-22 Aportes por Fijación o Captura de Carbono	43
Tabla 11-23 Aportes Belleza Escénica (Turismo)	44
Tabla 11-24 Aportes por Consumo de Agua	45
Tabla 11-25 Porcentajes de las áreas de cada ecosistema	46
Tabla 11-26 Aportes por el Aprovechamiento de Productos Maderables y no Maderables	46
Tabla 11-27 Especies medicinales.....	47
Tabla 11-28 Aportes por el Aprovechamiento de Plantas Ornamentales.	48
Tabla 11-29 Aportes por el Aprovechamiento de Artesanías	48
Tabla 11-30 Aportes totales por Servicios y Bienes Ambientales.....	49

FIGURAS

Figura 11-1 Ubicación general del proyecto minero Tres Cerrillos	2
Figura 11-2 Colocación de estacas con color llamativo para la identificación de las parcelas de estudio.....	7
Figura 11-3 Marcaje y toma de muestras de las especies arbóreas.....	7
Figura 11-4 Ubicación de las parcelas con respecto al Mapa de Cobertura y Uso de Suelo	13
Figura 11-5 Número de individuos y especies de árboles registrados en cada parcela temporal.....	15
Figura 11-6 Número de individuos y familias de árboles registrados.....	15
Figura 11-7 Diagrama de dispersión de copas en PMTF1	25
Figura 11-8 Diagrama de dispersión de copas en la PMTF2.....	25
Figura 11-9 Diagrama de dispersión de copas en PMTF3	26
Figura 11-10 Diagrama de dispersión de copas en PMTF4	26
Figura 11-11 Diagrama de dispersión de copas en PMTF5	27
Figura 11-12 Posición sociológica o estratificación en PMTF1.....	28
Figura 11-13 Posición sociológica o estratificación en PMTF2.....	29
Figura 11-14 Posición sociológica o estratificación en PMTF3.....	29
Figura 11-15 Posición sociológica o estratificación en PMTF4.....	30
Figura 11-16 Posición sociológica o estratificación en la PMTF5	31
Figura 11-17 Curva diamétrica registrada para la concesión minera.....	31
Figura 11-18 Curva diamétrica en PMTF1	32
Figura 11-19 Curva diamétrica en PMTF2	32
Figura 11-20 Curva diamétrica en PMTF3	33
Figura 11-21 Curva diamétrica en PMTF4	33
Figura 11-22 Curva diamétrica en PMTF5	34

11 INVENTARIO FORESTAL

11.1 Inventario forestal

11.1.1 Ficha técnica

A continuación, en la Tabla 11-1 se presenta los datos del proyecto.

Tabla 11-1 Ficha técnica del proyecto

NOMBRE DEL PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTE EX ANTE PARA LA FASE DE EXPLORACIÓN AVANZADA DE LA CONCESIÓN MINERA TRES CERRILLOS (CÓD. 40000245) Y LA CONCESIÓN MINERA LA PRIMAVERA (CÓD. 40000246) PERTENECIENTE AL PROYECTO TRES CERRILLOS.			
CÓDIGO DEL PROYECTO SUIA	MAAE-RA-2021-391305			
INTERSECCIÓN CON ÁREAS PROTEGIDAS, BOSQUE PROTECTOR, PATRIMONIO FORESTAL DEL ESTADO	El proyecto no interseca con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques y Vegetación Protectora ni con el Patrimonio Forestal del Estado.			
ÁREA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO	INFRAESTRUCTURA	ÁREA (m²)	CANTIDAD	ÁREA TOTAL (m²)
	Plataforma de perforación	100	170	17.000
	Accesos	1.5 m (ancho) x 200 m (largo)	1 por cada plataforma (total 170 accesos)	51.000
	Campamento Móvil	100	5	500
	Campamento Fijo	3000	1	3.000
	Helipuertos	2500	3	7.500
	TOTAL (m²)			79000
	TOTAL (ha)			7,9
ÁREA DESBROZADA	79000 m ² o 7,9 ha			
LISTADO DE TÉCNICOS	Responsable técnico			
	Especialista forestal	Margarita Gómez Registro SENESCYT 1033-2016-1708244		
	Cartografía:	José Iñiguez		
FECHA ELABORACIÓN DEL INVENTARIO FORESTAL	Febrero 2021			

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

11.1.2 Introducción

Ecuador ha ganado fama a nivel mundial en las últimas décadas por su alta diversidad biológica, y está incluida en la lista de los 17 países “megadiversos” (Mittermeier et al., 1997). Esto se debe a que en Ecuador la flora es muy diversa, rica y variada debido a la diversidad de medios ecológicos. Existen alrededor de veintidós mil especies vegetales diferentes, que muestran la gran fertilidad de sus suelos y por ellos su calidad para la diversidad que se encuentra. Su beneficio de productividad se encuentra gracias a la influencia de los Andes como elemento altitudinal que ha complementado en su localidad una fisonomía muy diversa (Patzelt, 1996).

El proyecto minero Tres Cerrillos se encuentran ubicada en la provincia de Carchi, dentro de la jurisdicción político-administrativa de los cantones Espejo y Mira, jurisdicción de las parroquias El Goaltal y Jijón y Caamaño. Dentro de la siguiente figura se presenta la ubicación general y política administrativa del proyecto.

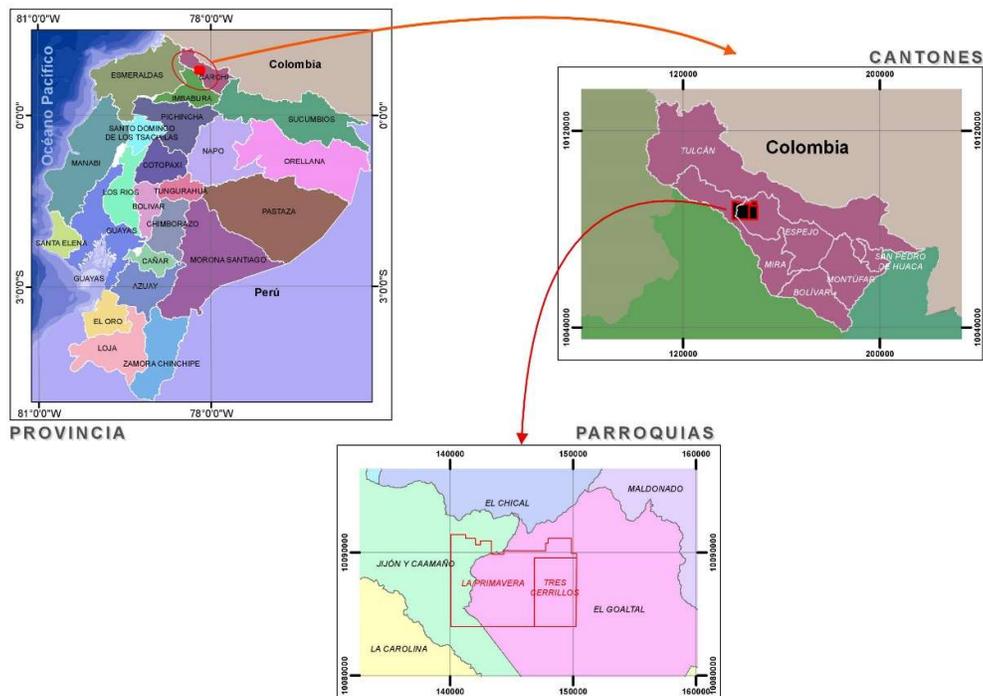


Figura 11-1 Ubicación general del proyecto minero Tres Cerrillos

Fuente: CONALI, 2019
Elaboración: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

El presente estudio está orientado a cuantificar los parámetros dasométricos del recurso forestal del bosque presente en unidades representativas (ecosistemas) dentro del proyecto minero Tres Cerrillos.

11.1.3 Objetivos

11.1.3.1 *Objetivo General*

- Definir el volumen de remoción de cobertura vegetal generada por la implementación de la infraestructura del proyecto minero Tres Cerrillos en su fase de exploración avanzada.
- Determinar los costos de valoración por la remoción de la cobertura vegetal en la implementación de la infraestructura del proyecto minero Tres Cerrillos para el posterior pago del valor económico de los bienes y servicios de acuerdo a lo establecido en el A.M. 134.

11.1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Caracterizar cualitativamente y cuantitativamente el área de implementación del proyecto minero Tres Cerrillos.
- Determinar la riqueza y diversidad florística (especies y familias) en el área de estudio
- Determinar el área basal, volumen de madera en pie en el área de estudio
- Determinar especies bajo alguna categoría de amenaza y endémicas.

11.1.4 Descripción del área de estudio

11.1.4.1 *Ecosistemas*

De acuerdo al Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental, elaborado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador a escala 1:100000 (MAE, 2013), el proyecto Tres Cerrillos se encuentra dentro de tres ecosistemas: Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes, Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes y Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes

11.1.4.1.1 Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes

Son bosques siempreverdes multiestratificados que crecen sobre la Cordillera Occidental. El dosel es generalmente cerrado, alcanza de 20 a 30 metros de altura, los árboles emergentes suelen superar los 35 metros (Valencia et al., 1999; Josse et al., 2003). Poblaciones de palmas son comunes y es posible encontrar helechos arborescentes; la vegetación herbácea es densa dominada por helechos y aráceas; la vegetación arbustiva es escasa con dominio de Rubiaceae y Melastomataceae. De 1500 a 2000 msnm, la riqueza de especies trepadoras, leñosas y árboles disminuye mientras que el número de epifitas aumenta (Gentry, 1993; Küper et al., 2004). La mayoría de especies de varias familias características de tierras bajas desaparecen (e.g. Bombacaceae s.s.), (Valencia et al., 1999). Familias representativas en este ecosistema son: Lauraceae, Rubiaceae, Moraceae, Urticaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae y Arecaceae. Entre los géneros arbóreos, en el dosel se encuentran: *Ficus*, *Ocotea*, *Nectandra*, *Persea*, *Guarea*, *Carapa*, *Inga*; en el subdosel: *Cecropia*, *Miconia*, *Palicourea*, *Psychotria* y *Elaeagia*. En palmas, se puede observar: *Socratea exorrhiza*, *Ceroxylon echinulatum*, *Prestoea acuminata* y *Geonoma* sp. (Nieder and Barthlott, 2001; (MECN-SA DMQ, 2010).

Estos bosques crecen sobre la zona, transversal Puna-Méndez que en la región norte del país corresponden a la cordillera occidental, constituida por basaltos toleíticos del Cretácico Inferior y rocas volcánicas calco-alcalinas originada en un arco de islas del Cretácico Superior-Eoceno (Paladines, 2005).

11.1.4.1.2 Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes

Son bosques siempreverdes multiestratificados, el dosel alcanza entre 20 a 25 metros (Valencia et al., 1999). Los árboles están cubiertos de briofitos y se puede observar, una gran representatividad de familias de plantas epifitas vasculares como: Araceae, Orchidaceae, Bromeliaceae y Cyclanthaceae (Valencia et al., 1999; Jaramillo y Grijalva 2010). En el estrato herbáceo, se puede observar una cobertura densa de Gesneriaceae, Ericaceae y gran cantidad de helechos (Cerón, 2004). En el dosel son frecuentes las familias como: Lauraceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Clusiaceae, Primulaceae, Cunoniaceae y Moraceae; en el subdosel: Rubiaceae, Actinidiaceae, Siparunaceae, Melastomataceae y Moraceae.

Géneros representativos en este ecosistema son: *Clusia*, *Nectandra*, *Persea*, *Meriania*, *Miconia*, *Saurauia*, *Weinmannia*, *Hieronyma*, *Geissanthus*, *Palicourea*, *Psychotria* y *Faramea*. En áreas con mayor intervención se puede observar gran cobertura de *Chusquea* spp. (Cerón y Jiménez, 1998).

En este ecosistema, la gran cantidad de nubes afecta la energía, luz y regímenes de temperatura y aportan potencialmente una gran cantidad de agua como lluvia y precipitación horizontal. Las plantas del estrato herbáceo y epífita son captadoras y filtradoras de esta gran humedad ambiental (Cerón, 2004; Mulligan, 2010). La riqueza de especies en este ecosistema muestra una clara tendencia de decrecimiento con la altitud en número de especies/ha (Valencia et al., 1998).

11.1.4.1.3 Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes

Este ecosistema comprende bosques siempreverdes multiestratificados, con un dosel entre 25 a 30 m, comparte muchas especies con los bosques de tierras bajas, y algunas especies de bosques montano bajos. Se presenta sobre laderas muy pronunciadas. Entre las familias dominantes están Araceae con géneros como *Wettinia*, *Geonoma* y *Chamaedorea*; Lauraceae con especies del género *Ocotea*, *Nectandra*, y *Aniba*; y Rubiaceae con *Palicourea* y *Faramea*. La palma *Wettinia kalbreyeri* es particularmente abundante sobre los 500 m.s.n.m en contraposición con su simpátrica *Wettinia quinaria* que también está presente en el pie de monte, pero en abundancias menores en relación a los bosques más bajos; es altamente representativa la familia Malvaceae s.l. en términos de abundancia y diversidad de géneros, por lo que es frecuente observar varias especies de los géneros *Matisia* y *Pachira*.

Las especies diagnósticas son: *Attalea colenda*, *Carapa megistocarpa*, *C. nicaraguensis*, *Clarisia racemosa*, *Couepia platycalyx*, *Cupania cinerea*, *Eschweilera awaensis*, *Eugenia valvata*, *Ficus cervantesiana*, *Grias subbullata*, *Guarea cartaguenya*, *Iriartea deltoidea*, *Meliosma gracilis*, *Ladenbergia oblongifolia*, *Licania grandibracteata*, *L. durifolia*, *Nectandra guaripito*, *Ocotea sodiroana*, *Otoba gordoniiifolia*, *Pachira patinoi*, *Panopsis megistosperma*, *Pentagonia clementinensis*, *Pleurothyrium tomiwahlii*, *Poulsenia armata*, *Protium ecuadoreense*, *Ruagea glabra*, *Spirotheca awadendron*, *Virola sebifera*, *Vismia baccifera*, *Wettinia quinaria*, *W. kalbreyeri*, *W. radiata*, *W. verruculosa*.

Faramea occidentalis, Ischnosiphon annulatus, Trophis caucana, Synechanthus warscewiczianus, Zygia longifolia.

A continuación, se presenta la distribución de los ecosistemas dentro del área de estudio.

Tabla 11-2 Distribución de Ecosistemas en el Área de Estudio

ECOSISTEMA	ÁREA (km ²)	PORCENTAJE (%)
Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes	27.94	40.995
Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes	10.19	14.949
Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes	4.62	6.779
Intervención	25.38	37.241
Sin información	0.02	0.036
TOTAL	68.16	100

Fuente: MAAE, 2013

Elaboración: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

11.1.4.2 Cobertura vegetal y uso actual del suelo

De acuerdo a la información del mapa de cobertura vegetal y uso actual del MAAE (2018), en el proyecto minero Tres Cerrillos se determinan las siguientes áreas y coberturas vegetales descritas a continuación:

Tabla 11-3. Cobertura y Uso actual del suelo

COBERTURA VEGETAL Y USO ACTUAL DEL SUELO	HECTAREA (ha)	PORCENTAJE (%)
BOSQUE	3699	54.267
TIERRA AGROPECUARIA	3111	45.638
VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBÁCEA	6	0.095
TOTAL	6816	100

Fuente: MAAE, 2018

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

Cabe indicar que durante la fase de campo y la revisión de la imagen satelital se pudo comprobar que el porcentaje de cobertura vegetal es mucho menor a lo indicado, debido principalmente al avance de la frontera agrícola en varios sectores del proyecto.

11.1.4.3 Tenencia de tierra

La tierra donde se encuentra asentado el área en estudio es de propiedad privada, en su totalidad. En el anexo D.2 se presenta el listado de los predios y sus propietarios relacionados al proyecto

11.1.5 Metodología

La evaluación forestal se desarrolló mediante la implementación de parcelas temporales (50x50) para lo cual se midieron y marcaron los árboles a partir de los 10 cm de DAP

(diámetro a la altura del pecho), con la finalidad de determinar la composición, la estructura florística, el área basal, el volumen de madera, etc.

Las parcelas fueron establecidas en las siguientes formaciones vegetales: “Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes” entre los 1500 y 2000 msnm, Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes sobre los 2000 msnm y Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes cerca de los 2000 msnm. La mayor parte de los sitios donde se colocaron las parcelas, poseen una pendiente pronunciada sobre los 45 grados de inclinación, además son zonas que están intervenidas por pastizales, producto de la ampliación de la frontera agrícola y de actividades pecuarias, realizadas por los pobladores locales.

Para determinar número de parcelas y su emplazamiento dentro del proyecto, se consideraron los ecosistemas naturales que se encontraron en las áreas de interés geológico y el total de la superficie requerida de uso (7,9 ha). En este sentido se realizó un esfuerzo de muestreo de cinco parcelas (cada una de 50x50m) con una superficie total de 1,25 ha, correspondiendo al 15,8% de toda la superficie de interés.

11.1.5.1 Fase de campo

La evaluación y selección de las áreas de muestreo se realizó mediante la revisión de mapas de cobertura y ecosistemas, imágenes del área de estudio, y determinados en campo mediante observación directa del técnico forestal. Cada una de las parcelas fueron colocadas de tal manera que incluyan una muestra del tipo de ecosistema natural y cobertura vegetal dentro del área de interés geológico y contar con una adecuada muestra de diversidad forestal. Una vez establecidas las parcelas, se procedió a realizar la toma de datos, así como el levantamiento de información dendrológica y dasométrica necesarios para determinar los parámetros forestales para su posterior valoración económica. En cada punto de muestreo se evaluó la vegetación existente, esto permitió determinar el estado de conservación actual y analizar la estructura y composición florística.

11.1.5.1.1 Inventarios cuantitativos

a. Parcelas temporales

El tamaño de la parcela temporal es de 50mx50m, para la delimitación de la parcela se utilizó tubos PVC de ½ pulgada de diámetro y de 1,50 metros de altura, en cada vértice se colocó un tubo, siendo cada uno de estos, enterrados 50 cm en suelo y pintados con un color llamativo y cinta de marcaje de color reflectivo.

Para la toma de medidas del DAP, se registró esta medida a 1.30 m de altura desde el piso, y, se marcó en los árboles, la medida del DAP usando spray de color azul y sobre esta medida (línea) se colocó el número correspondiente. Se midió a todas las especies con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 cm.

Con los datos tomados en campo se calculó los siguientes parámetros: área basal, densidad relativa, dominancia relativa, Índice de Valor de Importancia, entre otros análisis. También se registró las coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM) para cada vértice de la parcela, mediante el uso de un receptor GPS cuyas coordenadas se encuentran registradas en el sistema WGS 84.

En las siguientes imágenes se observa el proceso de establecimiento de las Parcelas temporales (Figura 11-2 y Figura 11-3).



Figura 11-2 Colocación de estacas con color llamativo para la identificación de las parcelas de estudio
Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021



Figura 11-3 Marcaje y toma de muestras de las especies arbóreas
Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

b. Materiales

Para el levantamiento de datos forestales durante la fase de campo se emplearon los siguientes materiales:

- Cinta diamétrica
- GPS
- Machetes
- Cinta de marcaje
- Marcadores
- Pintura en spray
- Cámara fotográfica
- Tablero
- Hojas de campo
- Lápices

11.1.5.2 Fase de gabinete

Como parte de los requisitos del estudio se obtuvo la Autorización de Recolección de Vida Silvestre No. 001-2021-IC-FLO-FAU-OTTU-DZ1/MAAE emitida por la Dirección Zonal 1 Imbabura del Ministerio de Ambiente y Agua (Ver en Anexo C-2 – Biótico, 2-1 Permisos). Por otro lado, cabe mencionar que, durante el inventario forestal NO se recolectaron muestras de especies florísticas, ya que los individuos fértiles fueron identificados *in situ* y los infértiles fueron identificados utilizando páginas de herbarios virtuales como la página del Field Museum (trópicos.org) y bases de datos de flora que comparten información libre y disponible para la comunidad científica como la base GBIF.

Los nombres científicos y comunes de los árboles registrados fueron verificados con el catálogo de plantas vasculares del Ecuador (Jørguensen & León-Yáñez eds., 1999), la enciclopedia de plantas útiles del Ecuador (de la Torre et al., 2008) y la base de datos trópicos (2016). El endemismo y la categoría de amenaza de las especies se examinó con el libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011) y la lista roja de especies amenazadas de la UICN (2020).

11.1.5.2.1 Análisis de la información

Para el análisis de datos de flora registrados en las parcelas se usó las fórmulas propuestas por Aguirre (2015), en base a Campbell et al., (1986).

a. **Índices de diversidad**

Índice de Shannon – Wiener (H')

El índice de diversidad de Shannon expresa la uniformidad de los valores de importancia, considerando todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988). Se calcula de la siguiente forma:

$$H' = \sum (P_i \ln P_i)$$

Dónde

H' Contenido de información de la muestra (bits/individuo)

Pi Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo natural de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). El valor máximo suele estar cerca de 5. La interpretación de este índice se la hizo en base a lo sugerido por Magurran (1988), quien indica que los valores menores a 1,5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 3,1 como de diversidad alta.

Índice de Simpson (D) (inverso)

Este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de N individuos, provengan de la misma especie (Tabla 11-4). Si una especie

dada i ($i=1, 2, S$) es representada en la comunidad por P_i (Proporción de individuos), la probabilidad de extraer al azar dos individuos pertenece a la misma especie, es la probabilidad conjunta $[(P_i) (P_i), \text{o } P_i^2]$.

$$\delta = \sum p_i^2$$

$$\lambda = 1 - \delta$$

Donde:

\sum = Sumatoria

p_i = es el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). El índice de Simpson (λ) refleja el grado de dominancia en una comunidad.

Tabla 11-4 Interpretación del Índice de Diversidad de Simpson

ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON	
Valor	Criterio
0,1 a 0,3	Diversidad baja
0,4 a 0,6	Diversidad media
0,7 a 0,8	Diversidad medianamente alta
0,9 a 10	Diversidad alta

Fuente: Aguirre, 2013

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

b. Área basal (AB) en m^2

El “Área basal” de un árbol se define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo; este parámetro para una especie determinada en la parcela es la suma de las áreas basales de todos los individuos con DAP igual o mayor a 10cm, que se determina con la siguiente fórmula:

$$AB = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right)$$

Dónde

AB Área basal

D Diámetro a la altura del pecho

π Constante 3.1416

c. Área basal por hectárea

El área basal por hectárea se calculó con la siguiente fórmula para toda el área que fue censada:

$$AB/ha = \sum_i^n \frac{AB}{A}$$

Dónde

AB/ha Área basal por hectárea

AB Área basal

A Área

El área basal por hectárea varía según el tamaño de los árboles individuales y el área de muestreo.

d. Densidad relativa (DnR)

La “densidad relativa” de una especie determinada es proporcional al número de individuos de esa especie, con respecto al número total de individuos, como se explica en la siguiente fórmula:

$$DnR = \frac{\text{No. de Individuos de una especie}}{\text{No. total de individuos}} \times 100$$

e. Dominancia relativa (DmR)

La “dominancia relativa” de una especie determinada es la proporción del AB de esa especie, con respecto al área basal de todos los individuos, como se señala en la siguiente fórmula:

$$DmR = \frac{\text{Area basal de la especie}}{\text{Area basal de todas las especies}} \times 100$$

f. Índice de valor de importancia (IVI)

El Valor de Importancia es la suma de la densidad relativa y la dominancia relativa, que al expresarse en porcentaje el resultado es igual a 200 pero se lo escala a 100% para facilitar su interpretación. Se puede considerar, entonces, que las especies que alcanzan un valor de importancia superior a 10 en la parcela (un 10% del valor total) son “importantes” y componentes comunes del bosque estudiado.

$$IVI = DR + DMR$$

Dónde

IVI Índice de valor de importancia

DR Densidad relativa

DMR Dominancia relativa (Área basal)

g. Cálculo del volumen de madera en pie

Para el cálculo del volumen de madera se utilizó la fórmula siguiente:

$$V = G \times Ht \times f$$

Dónde:

- G Área basal
Ht Altura total
F factor mórfico

h. Distribución diamétrica

El número de intervalos se determinará aplicando la siguiente ecuación:

$$n_i = \sqrt[3]{N}$$

Donde:

- N Número de datos
N Número de intervalos

i. Estructura vertical

Para visualizar la presencia de estratos en las áreas de muestreo se realizaron diagramas de dispersión de copas, los cuales corresponden a una gráfica cartesiana, donde los árboles se representan por coordenadas (x, y), generadas por los valores de la HT para el eje de las ordenadas y la HC en el eje de las abscisas.

Clases sociológicas

Para establecer el estado de sucesión en el que se encuentra la vegetación arbórea al momento de las mediciones, se ubicó el dosel en tres pisos, tomando como referencia la altura total de cada uno de los individuos censados (Burschel y Huss, 1987).

j. Estado de conservación

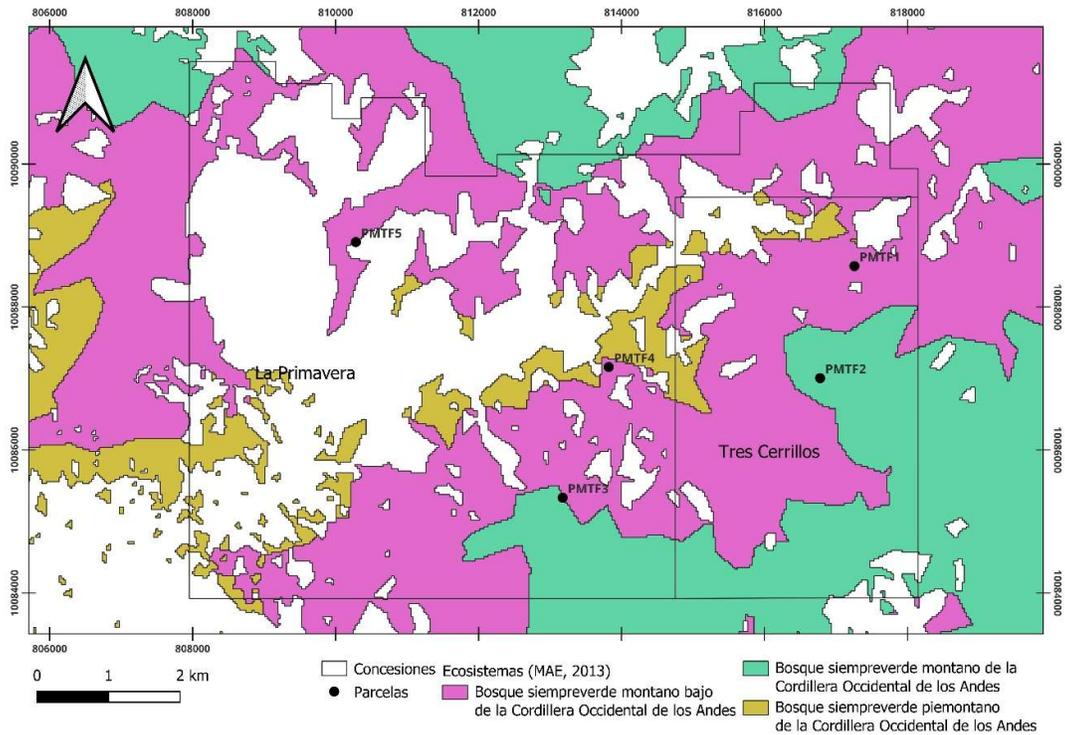
Para determinar el estado de conservación de las especies se revisó la lista de especies amenazadas propuesta por la UICN (2020) y la lista de comercio CITES (2020).

k. Especies endémicas

Para determinar el nivel de endemismo de las especies encontradas y el grado de amenaza, se revisó el libro rojo de las especies endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011).

11.1.6 Ubicación de las parcelas de muestreo

Tomando en cuenta las formaciones vegetales del área de interés del proyecto Tres Cerrillos, y el total de superficie de la concesión minera se establecieron cinco parcelas cubriendo un área total de 12.500 m² o 1.25 ha.



Fuente: Ministerio del Ambiente del Ecuador (2013); Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

El muestreo se realizó en tres formaciones vegetales las cuales son: “Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes” entre los 1500 y 2000 msnm, “Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes” sobre los 2000 msnm, y, “Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes” cerca de los 2000 msnm (MAAE, 2013), la mayor parte de los sitios poseen una pendiente pronunciada sobre 45 grados de inclinación, además son zonas que están intervenidas por pastizales producto de actividades ganaderas de la población local. La ubicación espacial de las unidades muestréales se presenta en la Tabla 11-5.

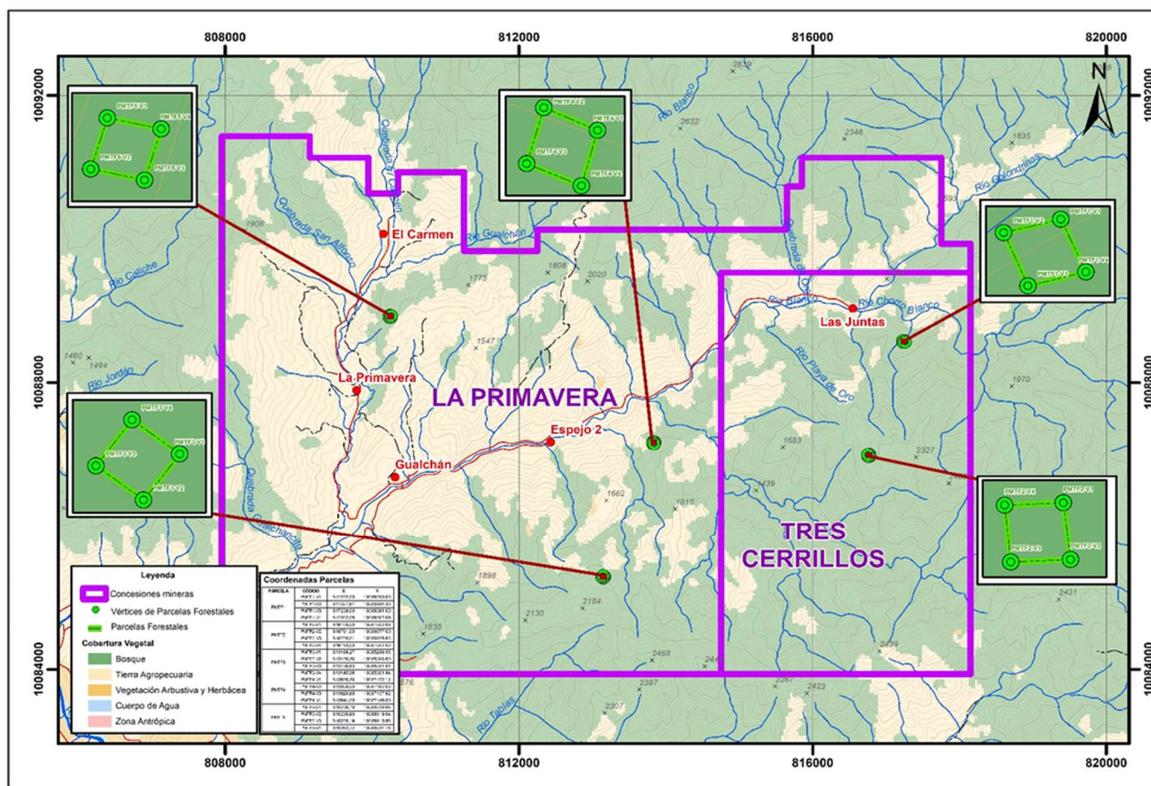


Figura 11-4 Ubicación de las parcelas con respecto al Mapa de Cobertura y Uso de Suelo

Fuente: Ministerio del Ambiente del Ecuador (2018); Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021¹
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

¹ La imagen se encuentra en el Anexo L, 2. Parcelas Forestales_Cobertura

Tabla 11-5 Ubicación de parcelas de muestreo

ECOSISTEMA	TIPO DE VEGETACIÓN	PARCELA	CÓDIGO	COORDENADAS		Altitud (msnm)	TIPO DE MUESTREO
				WGS 84 Zona 17 Sur			
				Este	Norte		
Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes	Bosque Nativo	PMTF1	PMTF1-V1	817252	10088590	1467	Cuantitativo: Parcela temporal de 50 x 50 m.
			PMTF1-V2	817227,613	10088584,2	1470	
			PMTF1-V3	817238	10088561	1496	
			PMTF1-V4	817262,646	10088567,1	1496	
Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes	Bosque Nativo	PMTF2	PMTF2-V1	816778,001	10087002,1	2175	Cuantitativo: Parcela temporal de 50 x 50 m.
			PMTF2-V2	816781	10086977	2152	
			PMTF2-V3	816755,638	10086975,9	2159	
			PMTF2-V4	816753	10087001	2149	
Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes	Bosque Nativo	PMTF3	PMTF3-V1	813166,275	10085286,9	2002	Cuantitativo: Parcela temporal de 50 x 50 m.
			PMTF3-V2	813150,862	10085266,9	2020	
			PMTF3-V3	813130,629	10085281,8	2034	
			PMTF3-V4	813145,979	10085301,8	2006	
Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes	Bosque Nativo	PMTF4	PMTF4-V1	813850,857	10087172,1	1493	Cuantitativo: Parcela temporal de 50 x 50 m.
			PMTF4-V2	813828	10087182	1486	
			PMTF4-V3	813820,693	10087157,6	1522	
			PMTF4-V4	813844	10087148	1522	
Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes	Bosque Nativo	PMTF5	PMTF5-V1	810238,192	10088939,9	1522	Cuantitativo: Parcela temporal de 50 x 50 m.
			PMTF5-V2	810230,599	10088916	1527	
			PMTF5-V3	810255,192	10088910,9	1556	
			PMTF5-V4	810262,718	10088934,8	1535	

Códigos: Parcela Muestreo Tres Cerrillos Forestal: PMTF. Vértices: 1, 2, 3 y 4.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

11.1.7 **Análisis de resultados**

Una vez obtenida la información de campo, se procedió a la digitalización de los datos, para posteriormente continuar con los cálculos que son descritos sistemáticamente a lo largo del presente documento. Los resultados obtenidos se describen a continuación:

11.1.7.1 **Inventario general**

En el presente inventario se analizaron cinco parcelas de 50x50 m² correspondientes a 1.25 hectáreas. Se registraron en total 639 árboles con un DAP mayor o igual a 10 cm. De forma general, en el área de influencia del proyecto se registraron 35 familias botánicas que agrupan a 50 géneros, 38 especies y 639 individuos.

Las especies más abundantes fueron *Wettinia quinaria* con 77 individuos, *Pseudolmedia rígida* con 66 individuos, *Nectandra* sp1 con 34 individuos, *Pouteria* sp con 25 individuos, *Cecropia reticulata* con individuos, *Cinchona pubescens* con 21 individuos, *Piper imperiale* y *Faramea calyprata* con 20 individuos. El resto de las especies presentaron abundancias por debajo de los 20 individuos. En la Figura 11-5 se muestra el número de individuos y especies registradas en 1.25 hectáreas dentro del área de análisis.

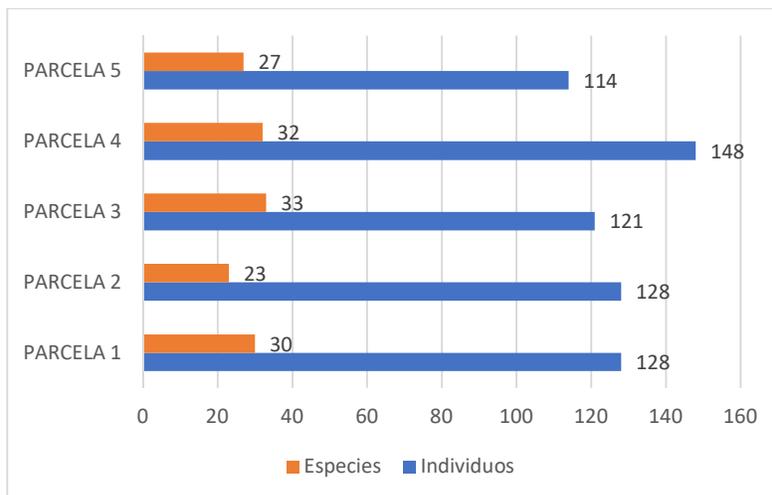


Figura 11-5 Número de individuos y especies de árboles registrados en cada parcela temporal.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

Las familias más abundantes registradas fueron las siguientes: Rubiaceae (n=110), Lauraceae (n=88), Moraceae (n=84), Arecaceae (n=77), Melastomataceae (n=35), Urticaceae (n=32), Piperaceae (n=27), Sapotaceae (n=25) y Fabaceae (n=24). El resto de familias presentaron una abundancia menor a 13 individuos, y varias familias mostraron apenas un individuo (Figura 11-6 y Tabla 11-6).

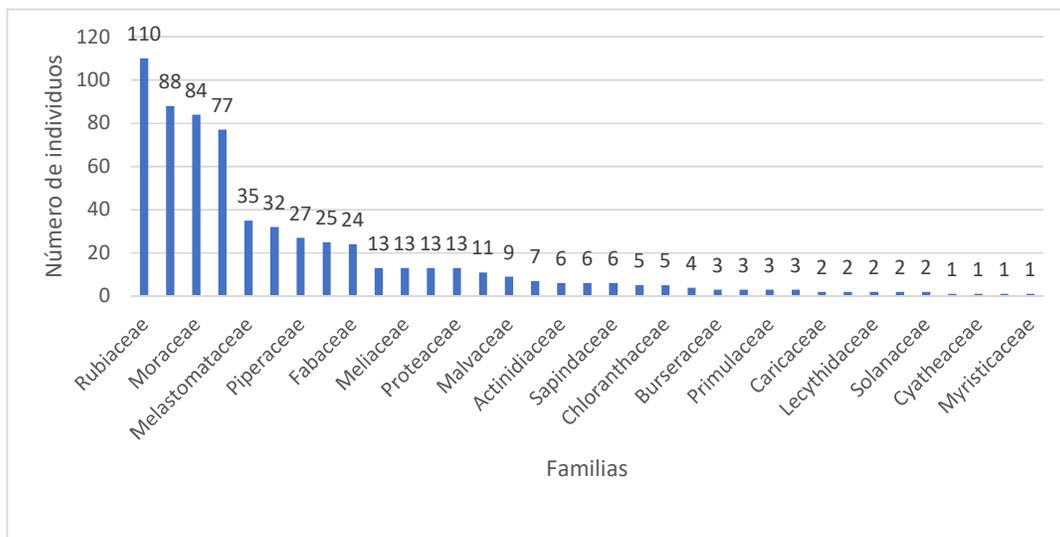


Figura 11-6 Número de individuos y familias de árboles registrados

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

Tabla 11-6 Especies forestales registradas en El Proyecto Minero Tres Cerrillos

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	PMTF1	PMTF2	PMTF3	PMTF4	PMTF5	Total general
Actinidiaceae	<i>Saurauia sp.</i>			1		1	2
Actinidiaceae	<i>Saurauia tomentosa</i>				3	1	4
Annonaceae	<i>Guatteria sp.</i>	1			2	3	6
Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	2			3		5
Arecaceae	<i>Wettinia quinaria</i>		76	1			77
Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	2	7	3		1	13
Burseraceae	<i>Protium sp.</i>	1	2				3
Caricaceae	<i>Carica macrocarpa</i>			1		1	2
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum guodotianum</i>				5		5
Chrysobalanaceae	<i>Licania sp.</i>	1					1
Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	6			4	1	11
Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>		1				1
Euphorbiaceae	<i>Alichornea triplinervia</i>	1	1	1	3		6
Euphorbiaceae	<i>Caryodendron orinocense</i>			1			1
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>		2	1			3
Fabaceae	<i>Inga insignis</i>			4			4
Fabaceae	<i>Inga oerstediana</i>		1				1
Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	2		6	5	3	16
Flacourtiaceae	<i>Banara guianensis</i>			2			2
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>				1		1
Lauraceae	<i>Beilschmiedia cuneata</i>	1					1
Lauraceae	<i>Nectandra crassiloba</i>				2	3	5
Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	4	4	10		1	19
Lauraceae	<i>Nectandra sp1.</i>	15	3		9	7	34
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	4		2	3	10	19
Lauraceae	<i>Ocotea sp1</i>	3			1	1	5
Lauraceae	<i>Persea sp.</i>	2		3			5
Lecythidaceae	<i>Grias multinervia</i>			1			1
Lecythidaceae	<i>Grias sp.</i>			1			1
Malvaceae	<i>Ochroma sp.</i>		6	3			9
Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	1	3	7			11
Melastomataceae	<i>Miconia sp1.</i>	5			1		6
Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	2		4	12		18
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>				4		4
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>			7		2	9
Monimiaceae	<i>Siparuna laurifolia</i>					2	2
Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>		1				1
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	4	2	7	1	3	17
Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	36		2	16	12	66
Myristicaceae	<i>Virola calophylla</i>		1				1

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	PMTF1	PMTF2	PMTF3	PMTF4	PMTF5	Total general
Myrtaceae	<i>Eugenia egensis</i>	2			1		3
Myrtaceae	<i>Eugenia sp.</i>		1				1
Myrtaceae	<i>Eugenia sp1.</i>	1	2				3
Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	1	1	4			6
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>				3		3
Piperaceae	<i>Piper imperiale</i>					20	20
Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	3		4			7
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>		2				2
Primulaceae	<i>Myrsine sp.</i>					1	1
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>				13		13
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	9	1		11		21
Rubiaceae	<i>Dioicodendron dioicum</i>		1				1
Rubiaceae	<i>Elaeagia sp.</i>			2			2
Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>	2		10	4	2	18
Rubiaceae	<i>Faramea calyprata</i>	1		5	9	5	20
Rubiaceae	<i>Palicourea corniculata</i>				1		1
Rubiaceae	<i>Palicourea lasiorrhachis</i>				9		9
Rubiaceae	<i>Palicourea sp.</i>			11			11
Rubiaceae	<i>Palicourea sp 1.</i>	4		1	6	5	16
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.</i>	1	5		4	1	11
Sapindaceae	<i>Allophylus myrianthus</i>		3	2			5
Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i>				1		1
Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	1		1	3	20	25
Simaroubaceae	<i>Picrasma longistaminea</i>				1	2	3
Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>					2	2
Urticaceae	<i>Cecropia reticulata.</i>	10	2	5	4	3	24
Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>			7			7
Urticaceae	<i>Coussapoa villosa</i>			1			1
Vochysiaceae	<i>Vochysia sp.</i>				3	1	4
TOTAL GENERAL		128	128	121	148	114	639

Códigos: Parcela Muestreo Tres Cerrillos Forestal: PMTF.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

11.1.7.1.1 Índice de valor de importancia

Las especies que registran valores altos de IVI se consideran como dominantes a nivel ecológico, considerando que estas absorben mayor cantidad de nutrientes y ocupan mayor espacio. En la PMTF1 las especies importantes fueron: *Pseudolmedia rigida* (34.10) y *Nectandra sp.* 1 (10.72). En la Tabla 11-7 se pueden observar las especies de árboles registradas y los valores de IVI.

Tabla 11-7 Índice de valor de importancia en la PMTF1

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA	AB (m ²)	DNR	DMR	I.V.I.
Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	36	2.05	28.13	40.08	34.10
Lauraceae	<i>Nectandra sp1.</i>	15	0.50	11.72	9.72	10.72
Urticaceae	<i>Cecropia reticulata.</i>	10	0.36	7.81	6.97	7.39
Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	6	0.36	4.69	7.11	5.90
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	9	0.19	7.03	3.74	5.39
Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	4	0.26	3.13	5.12	4.12
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	4	0.17	3.13	3.34	3.23
Melastomataceae	<i>Miconia sp1.</i>	5	0.12	3.91	2.35	3.13
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	4	0.14	3.13	2.72	2.92
Lauraceae	<i>Ocotea sp1</i>	3	0.16	2.34	3.09	2.72
Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>	2	0.19	1.56	3.65	2.61
Rubiaceae	<i>Palicourea sp 1.</i>	4	0.05	3.13	1.07	2.10
Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	3	0.03	2.34	0.61	1.48
Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	2	0.06	1.56	1.11	1.34
Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	2	0.05	1.56	1.07	1.32
Lauraceae	<i>Persea sp.</i>	2	0.05	1.56	1.01	1.29
Myrtaceae	<i>Eugenia egensis</i>	2	0.04	1.56	0.79	1.18
Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	2	0.04	1.56	0.72	1.14
Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	2	0.02	1.56	0.35	0.96
Annonaceae	<i>Guatteria sp.</i>	1	0.05	0.78	1.07	0.93
Burseraceae	<i>Protium sp.</i>	1	0.05	0.78	0.95	0.86
Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	1	0.04	0.78	0.74	0.76
Lauraceae	<i>Beilschmiedia cuneata</i>	1	0.04	0.78	0.72	0.75
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	1	0.02	0.78	0.41	0.59
Myrtaceae	<i>Eugenia sp1.</i>	1	0.02	0.78	0.37	0.58
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.</i>	1	0.01	0.78	0.29	0.53
Chrysobalanaceae	<i>Licania sp.</i>	1	0.01	0.78	0.25	0.52
Rubiaceae	<i>Faramea calyptrata</i>	1	0.01	0.78	0.20	0.49
Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	1	0.01	0.78	0.19	0.49
Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	1	0.01	0.78	0.18	0.48
Total		128	5.10	100.0	100.0	100.0

AB: Área basal. DNR: Densidad relativa. DMR: Dominancia relativa. I.V.I.: Índice de valor de importancia

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

En la PMTF2 las especies importantes fueron: *Wettinia quinaria* (44.94) y *Ochroma sp* (9,95). En la Tabla 11-8 se pueden observar las especies de árboles registradas y los valores de IVI.

Tabla 11-8 Índice de valor de importancia en PMTF2.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA	AB (m ²)	DNR	DMR	I.V.I.
Arecaceae	<i>Wettinia quinaria</i>	76	1,6076	59,3750	30,4534	44,9142
Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	7	0,4497	5,4688	8,5184	6,9936
Burseraceae	<i>Protium</i> sp.	2	0,3281	1,5625	6,2145	3,8885
Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp.	1	0,0497	0,7813	0,9408	0,8610
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	1	0,1284	0,7813	2,4314	1,6063
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	2	0,1716	1,5625	3,2504	2,4065
Fabaceae	<i>Inga oerstediana</i>	1	0,0097	0,7813	0,1847	0,4830
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	4	0,4765	3,1250	9,0258	6,0754
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp1.	3	0,1767	2,3438	3,3475	2,8456
Malvaceae	<i>Ochroma</i> sp.	6	0,8037	4,6875	15,2255	9,9565
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	3	0,2823	2,3438	5,3487	3,8462
Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	1	0,0535	0,7813	1,0136	0,8974
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	2	0,1186	1,5625	2,2462	1,9043
Myristicaceae	<i>Virola calophylla</i>	1	0,0316	0,7813	0,5983	0,6898
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	1	0,0286	0,7813	0,5427	0,6620
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp1.	2	0,0915	1,5625	1,7326	1,6475
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp.	1	0,0232	0,7813	0,4396	0,6104
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	2	0,0618	1,5625	1,1698	1,3662
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	1	0,0207	0,7813	0,3921	0,5867
Rubiaceae	<i>Dioicodendron dioicum</i>	1	0,0326	0,7813	0,6175	0,6994
Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.	5	0,0502	3,9063	0,9513	2,4288
Sapindaceae	<i>Allophylus myrianthus</i>	3	0,0809	2,3438	1,5324	1,9381
Urticaceae	<i>Cecropia reticulata</i> .	2	0,2018	1,5625	3,8230	2,6927
Totales		128	5,2788	100,0000	100,0000	100,0000

AB: Área basal. DNR: Densidad relativa. DMR: Dominancia relativa. I.V.I.: Índice de valor de importancia

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

En la PMTF3 las especies importantes fueron: *Elaeagia utilis* (8.35), *Nectandra* sp (8.15) y *Palicourea* sp. (7.02). En la Tabla 11-9 se pueden observar las especies de árboles registradas y los valores de IVI.

Tabla 11-9 Índice de valor de importancia en la PMTF3

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA	AB (m ²)	DNR	DMR	I.V.I.
Actinidiaceae	<i>Saurauia</i> sp.	1	0,01089	0,82645	0,24031	0,53338
Arecaceae	<i>Wettinia quinaria</i>	1	0,02865	0,82645	0,63193	0,72919
Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	3	0,24124	2,47934	5,32135	3,90035
Caricaceae	<i>Carica macrocarpa</i>	1	0,04718	0,82645	1,04075	0,93360
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	1	0,07487	0,82645	1,65161	1,23903

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA	AB (m ²)	DNR	DMR	I.V.I.
Euphorbiaceae	<i>Caryodendron orinocense</i>	1	0,02865	0,82645	0,63193	0,72919
Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	1	0,28727	0,82645	6,33682	3,58164
Fabaceae	<i>Inga insignis</i>	4	0,29352	3,30579	6,47462	4,89020
Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	6	0,25684	4,95868	5,66540	5,31204
Flacourtiaceae	<i>Banara guianensis</i>	2	0,08698	1,65289	1,91860	1,78575
Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	10	0,36474	8,26446	8,04566	8,15506
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	2	0,03045	1,65289	0,67160	1,16225
Lauraceae	<i>Persea sp.</i>	3	0,06070	2,47934	1,33898	1,90916
Lecythidaceae	<i>Grias multinervia</i>	1	0,02235	0,82645	0,49308	0,65976
Lecythidaceae	<i>Grias sp.</i>	1	0,01031	0,82645	0,22749	0,52697
Malvaceae	<i>Ochroma sp.</i>	3	0,17011	2,47934	3,75242	3,11588
Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	4	0,12858	3,30579	2,83630	3,07104
Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	7	0,23261	5,78512	5,13107	5,45810
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	7	0,29354	5,78512	6,47497	6,13005
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	7	0,19433	5,78512	4,28657	5,03585
Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	2	0,04019	1,65289	0,88645	1,26967
Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	4	0,14925	3,30579	3,29216	3,29897
Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	4	0,06400	3,30579	1,41165	2,35872
Rubiaceae	<i>Elaeagia sp.</i>	2	0,03352	1,65289	0,73935	1,19612
Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>	10	0,38244	8,26446	8,43605	8,35026
Rubiaceae	<i>Faramea calyprata</i>	5	0,14886	4,13223	3,28356	3,70790
Rubiaceae	<i>Palicourea sp.</i>	11	0,22464	9,09091	4,95519	7,02305
Rubiaceae	<i>Palicouria sp 1.</i>	1	0,02770	0,82645	0,61104	0,71874
Sapindaceae	<i>Allophylus myrianthus</i>	2	0,03408	1,65289	0,75164	1,20227
Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	1	0,01210	0,82645	0,26699	0,54672
Urticaceae	<i>Cecropia reticulata.</i>	5	0,34152	4,13223	7,53345	5,83284
Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	7	0,19793	5,78512	4,36591	5,07552
Urticaceae	<i>Coussapoa villosa</i>	1	0,01338	0,82645	0,29507	0,56076
Totales			121	4,53342	100,00000	100,00000

AB: Área basal. DNR: Densidad relativa. DMR: Dominancia relativa. I.V.I.: Índice de valor de importancia

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

En la PMTF4 las especies importantes fueron: *Roupala montana* (19.17) y *Nectandra sp* (8.11). En la Tabla 11-10 se pueden observar las especies de árboles registradas y los valores de IVI.

Tabla 11-10 Índice de valor de importancia en la PMTF4

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA	AB (m ²)	DNR	DMR	I.V.I.
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	3	0,2449	2,0270	4,0637	3,0454
Urticaceae	<i>Cecropia reticulata.</i>	4	0,1029	2,7027	1,7072	2,2049
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	4	0,3084	2,7027	5,1173	3,9100
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	11	0,3118	7,4324	5,1741	6,3033
Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	4	0,2124	2,7027	3,5252	3,1139
Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i>	1	0,0134	0,6757	0,2220	0,4488
Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>	4	0,2975	2,7027	4,9368	3,8198
Myrtaceae	<i>Eugenia egensis</i>	1	0,0067	0,6757	0,1111	0,3934
Rubiaceae	<i>Faramea calyptata</i>	9	0,2648	6,0811	4,3943	5,2377
Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	1	0,0306	0,6757	0,5077	0,5917
Annonaceae	<i>Guatteria sp.</i>	2	0,0502	1,3514	0,8327	1,0920
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum guodotianum</i>	5	0,1190	3,3784	1,9755	2,6770
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	3	0,2090	2,0270	3,4683	2,7476
Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	5	0,0789	3,3784	1,3099	2,3442
Melastomataceae	<i>Miconia sp1.</i>	1	0,0215	0,6757	0,3571	0,5164
Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	12	0,2252	8,1081	3,7373	5,9227
Lauraceae	<i>Nectandra crassiloba</i>	2	0,0875	1,3514	1,4522	1,4018
Lauraceae	<i>Nectandra sp1.</i>	9	0,2879	6,0811	4,7783	5,4297
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	3	0,0735	2,0270	1,2205	1,6238
Lauraceae	<i>Ocotea sp1</i>	1	0,0368	0,6757	0,6107	0,6432
Rubiaceae	<i>Palicourea corniculata</i>	1	0,0092	0,6757	0,1527	0,4142
Rubiaceae	<i>Palicourea lasiorrhachis</i>	9	0,2945	6,0811	4,8876	5,4843
Rubiaceae	<i>Palicouria sp 1.</i>	6	0,0774	4,0541	1,2839	2,6690
Simaroubaceae	<i>Picrasma longistaminea</i>	1	0,0168	0,6757	0,2794	0,4776
Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	3	0,1398	2,0270	2,3204	2,1737
Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	16	0,3269	10,8108	5,4244	8,1176
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.</i>	4	0,1398	2,7027	2,3194	2,5111
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	13	1,7818	8,7838	29,5694	19,1766
Actinidiaceae	<i>Saurauia tomentosa</i>	3	0,0501	2,0270	0,8309	1,4290
Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	3	0,1357	2,0270	2,2518	2,1394
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	1	0,0087	0,6757	0,1438	0,4097
Vochysiaceae	<i>Vochysia sp.</i>	3	0,0623	2,0270	1,0343	1,5307
Totales			148	6,0257	100,0000	100,0000

AB: Área basal. DNR: Densidad relativa. DMR: Dominancia relativa. I.V.I.: Índice de valor de importancia

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

En la PMTF5 las especies importantes fueron: *Pouteria* sp. (23.22), *Pseudolmedia rigida* (12.39) y *Piper imperiale* (10.77). En la Tabla 11-11 se pueden observar las especies de árboles registradas y los valores de IVI.

Tabla 11-11 Índice de valor de importancia en la PMTF5

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA	AB (m ²)	DNR	DMR	I.V.I.
Actinidiaceae	<i>Saurauia</i> sp.	1	0,10524	0,87719	1,41982	1,14851
Actinidiaceae	<i>Saurauia tomentosa</i>	1	0,04596	0,87719	0,62011	0,74865
Annonaceae	<i>Guatteria</i> sp.	3	0,07386	2,63158	0,99640	1,81399
Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	1	0,01541	0,87719	0,20785	0,54252
Caricaceae	<i>Carica macrocarpa</i>	1	0,00975	0,87719	0,13151	0,50435
Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.	1	0,17431	0,87719	2,35159	1,61439
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	3	0,04734	2,63158	0,63868	1,63513
Lauraceae	<i>Nectandra crassiloba</i>	3	0,16993	2,63158	2,29254	2,46206
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	1	0,22998	0,87719	3,10268	1,98993
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp1.	7	0,58412	6,14035	7,88048	7,01041
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	10	0,43047	8,77193	5,80759	7,28976
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp1	1	0,09282	0,87719	1,25224	1,06471
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	2	0,07373	1,75439	0,99468	1,37453
Monimiaceae	<i>Siparuna laurifolia</i>	2	0,10365	1,75439	1,39835	1,57637
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	3	0,12189	2,63158	1,64442	2,13800
Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	12	1,05771	10,52632	14,26973	12,39802
Piperaceae	<i>Piper imperiale</i>	20	0,29620	17,54386	3,99601	10,76994
Primulaceae	<i>Myrsine</i> sp.	1	0,00815	0,87719	0,10994	0,49356
Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>	2	0,02741	1,75439	0,36985	1,06212
Rubiaceae	<i>Faramea calyprata</i>	5	0,36207	4,38596	4,88473	4,63535
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp 1.	5	0,04250	4,38596	0,57340	2,47968
Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.	1	0,05749	0,87719	0,77567	0,82643
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	20	2,14313	17,54386	28,91329	23,22858
Simaroubaceae	<i>Picrasma longistaminea</i>	2	0,06392	1,75439	0,86242	1,30840
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	2	0,16636	1,75439	2,24445	1,99942
Urticaceae	<i>Cecropia reticulata.</i>	3	0,42337	2,63158	5,71172	4,17165
Vochysiaceae	<i>Vochysia</i> sp.	1	0,48549	0,87719	6,54987	3,71353
Totales			114	7,41228	100,00000	100,00000

AB: Área basal. DNR: Densidad relativa. DMR: Dominancia relativa. I.V.I.: Índice de valor de importancia

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

11.1.7.1.2 Índice de diversidad de Shannon-Wiener y Simpson

Las parcelas 1, 2 y 5 presentan una diversidad media y las parcelas 3 y 4 presentan diversidad alta reflejada en el número de especies y de individuos registrados.

Al analizar la dominancia de Simpson se determinó que las parcelas con mayor índice de dominancia de Simpson son la PMTF3, PMTF4 y PMTF5: los resultados se encuentran detallados en la Tabla 11-12.

Tabla 11-12 Índice de diversidad Shannon-Wiener y Simpson – Parcelas forestales

ÁREA DE MUESTREO	H'	SIGNIFICANCIA	1-D	SIGNIFICANCIA
PMTF1	2,75	Media	0.885	Medianamente alta
PMTF2	1.84	Media	0.6361	Media
PMTF3	3.20	Alta	0.9505	Alta
PMTF4	3.14	Alta	0.9462	Alta
PMTF5	2.75	Media	0.9063	Alta

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

11.1.7.1.3 Altura total y comercial

La altura total y comercial de los árboles inventariados se presenta en el Anexo C-2-2 “plantilla forestal”.

11.1.7.1.4 Área basal

El área basal evaluada en las cinco parcelas se presenta en la Tabla 11-13.

Tabla 11-13 Área basal de las parcelas forestales

PARCELA DE MUESTREO	ÁREA BASAL (M2)	ÁREA (HA)
PMTF1	5.10	0.25
PMTF2	5.27	0.25
PMTF3	4.53	0.25
PMTF4	6.02	0.25
PMTF5	7.41	0.25
Total	28.35	1.25

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

Como se detalla en la tabla anterior, el área de muestreo es de 1.25 ha, en la que se calculó un área basal de 28.35 m².

11.1.7.1.5 Área basal por hectárea

El área basal por hectárea que ocupan los árboles para cada área específica, determinada en ha, se establece en m²/ha (Tabla 11-14).

Tabla 11-14 Área basal por hectárea del área de estudio – parcelas forestales

ÁREA BASAL (M ²)	ÁREA (HA)	ÁREA BASAL (M ² /HA)
28.35	1.25	22.68

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

11.1.7.1.6 Volumen comercial y total de madera

El volumen total de madera para cada área específica, determinada en ha, se establece en m³. Los valores se presentan en la Tabla 11-15.

Tabla 11-15 Volumen total de las parcelas forestales

PARCELA FORESTAL	VOLUMEN COMERCIAL (M ³)	VOLUMEN TOTAL (M ³)	ÁREA (HA)
PMTF1	60,41	71,26	0,25
PMTF2	56,44	69,79	0,25
PMTF3	34,31	42,30	0,25
PMTF4	44,40	54,02	0,25
PMTF5	79,86	95,73	0,25
Total	275,41	333,10	1.25

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

Como se detalla en la tabla anterior, el área de muestreo es de 1.25 ha, en la que se calculó un volumen comercial de 275.41 m³ y un volumen total de 333.10 m³.

11.1.7.1.7 Volumen por hectárea

El volumen por hectárea que ocupan los árboles para cada área específica, determinada en ha, se establece en m³/ha (Tabla 11-16).

Tabla 11-16 Volumen por hectárea – parcelas forestales

VOLUMEN COMERCIAL (M ³)	VOLUMEN TOTAL (M ³)	ÁREA (HA)	VOLUMEN COMERCIAL (M ³ /HA)	VOLUMEN TOTAL (M ³ /HA)
275.41	333.10	1.25	220.33	266.48

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

11.1.7.1.8 Estructura vertical

Los resultados muestran que la estructura del bosque es homogénea la mayor cantidad de árboles presentan una altura entre 12 y 15 metros, también hay espacios abiertos, permitiendo la regeneración natural de otras especies, estos claros se producen por la caída de árboles ya se en su totalidad o solo la copa.

Dentro de las parcelas evaluadas se realizó un análisis de la estructura vertical del bosque a fin de comprender la dinámica poblacional del bosque presente en el área. Los análisis a continuación.

a. **Estratificación del perfil del bosque**

PMTF1

La Figura 11-7 detalla los resultados del análisis de dispersión de copas en la PMTF1. La gráfica muestra un reducido número de árboles con copas que sobresalen sobre los 20 metros de alto, se aprecian un mayor número de árboles entre los 12 y 15 metros de alto y que reciben luz plena desde arriba, que suelen tener copas de tamaño medio. Por último, se visualizan escasos árboles y arbustos con copas pequeñas y apretadas, no recibiendo luz de arriba ni de los lados con una altura menor a 10 metros.

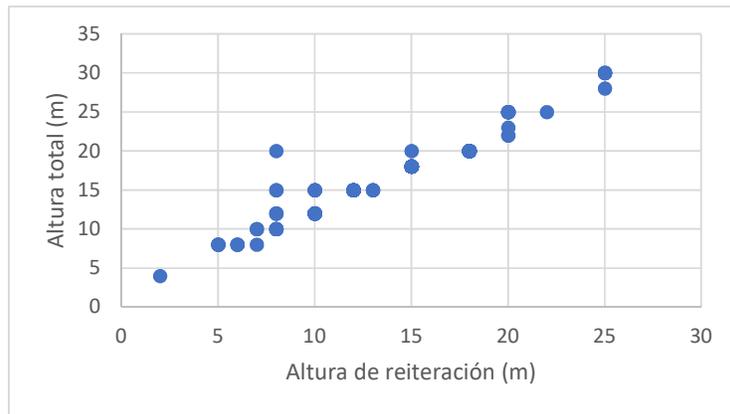


Figura 11-7 Diagrama de dispersión de copas en PMTF1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

PMTF2

La Figura 11-8 muestra un reducido número de árboles con copas que sobresalen sobre los 20 metros de alto, se observa que la mayor cantidad de árboles tienen una altura entre 10 y 18 metros generalmente poseen un copa de tamaño medio, pero también hay un número considerable de árboles con una altura menos a 10 metros que generalmente no reciben la luz directamente.

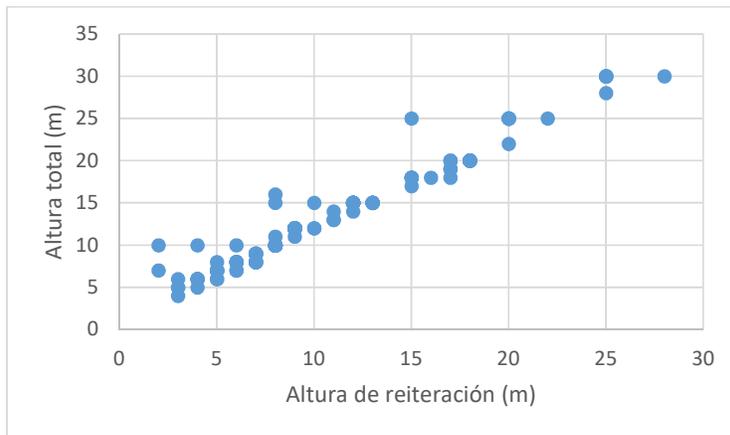


Figura 11-8 Diagrama de dispersión de copas en la PMTF2

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

PMTF3

La Figura 11-9 muestra un reducido número de árboles con copas que sobresalen sobre los 25 metros de alto, debido a que se aprecian que la mayor cantidad de individuos están entre los 8 a 18 metros de alto y que reciben luz plena desde arriba, y, que suelen tener copas de tamaño medio. Pocos individuos tienen una altura menor a 10 metros, que son los que generalmente reciben menos cantidad de luz.

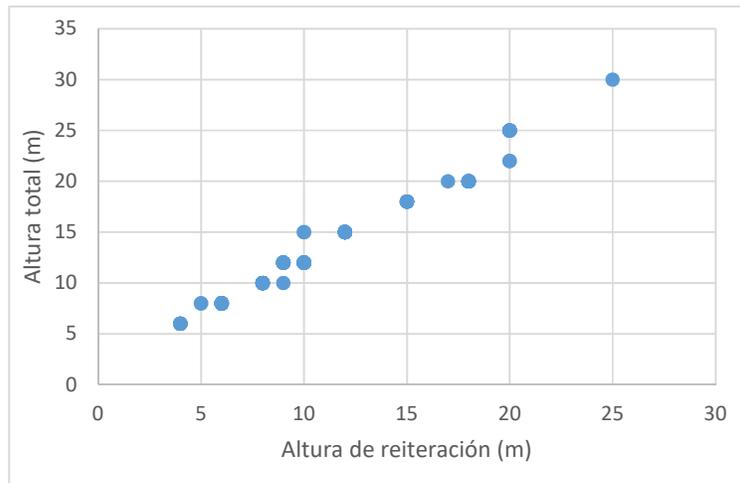


Figura 11-9 Diagrama de dispersión de copas en PMTF3

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

PMTF4

La Figura 11-10 detalla los resultados del análisis de dispersión de copas en la PMTF4. La gráfica muestra un reducido número de árboles con copas que sobresalen sobre los 20 metros de alto, se aprecian un mayor número de árboles entre los 8 y 15 metros de alto y que reciben luz plena desde arriba, que suelen tener copas de tamaño medio. Por último, se encuentran los individuos con una altura menor a 8 metros, que generalmente no reciben la luz directamente.

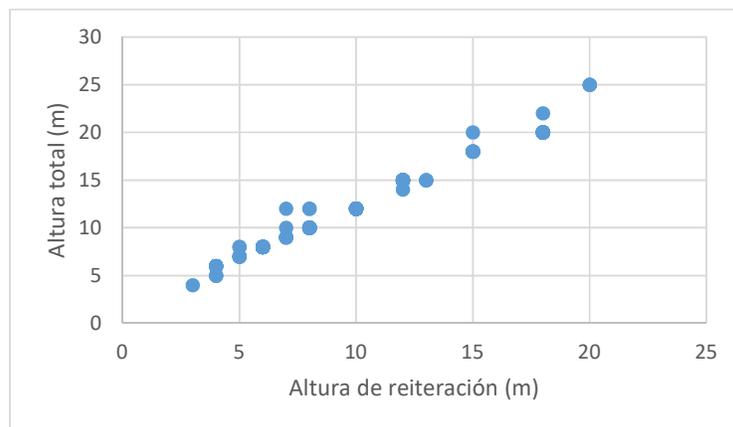


Figura 11-10 Diagrama de dispersión de copas en PMTF4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

PMTF5

La Figura 11-11 detalla los resultados del análisis de dispersión de copas en la PMTF5. La gráfica muestra un reducido número de árboles con copas que sobresalen sobre los 25 metros de alto, se aprecian un mayor número de árboles entre los 15 y 20 metros de alto y que reciben luz plena desde arriba, que suelen tener copas de tamaño medio. Por último, se encuentran los individuos con una altura menor a 10 metros, que generalmente no reciben luz directa por el tamaño de los demás árboles.

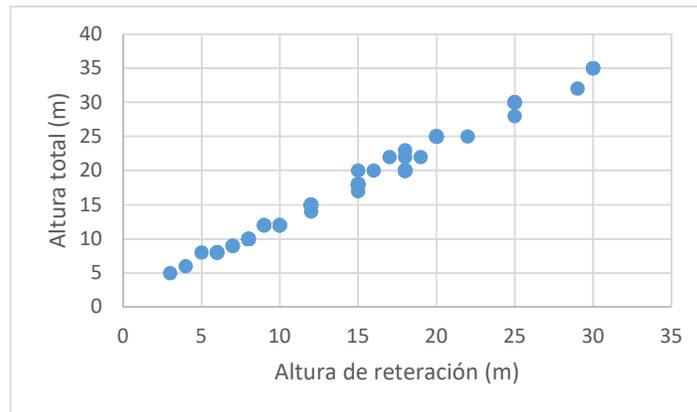


Figura 11-11 Diagrama de dispersión de copas en PMTF5

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

b. Clases sociológicas

El dosel se ubicó en tres pisos sociológicos o estratos predefinidos de acuerdo a la literatura de referencia (Burschel y Huss, 1987). De acuerdo con su altura total, el estrato superior se ubicó a una altura mayor o igual a 16 m, el piso medio entre 11 - 15 m y el piso inferior entre 3 - 10 m.

PMSF-1

La vegetación corresponde a un remante de bosque natural/nativo que se ubica sobre una pendiente de quebrada, cerca de una cuenca hídrica, al realizar el análisis se puede constatar que las especies registradas dentro del punto de muestreo comparten los tres estratos, es decir tienen varias alturas dependiendo el estado de regeneración natural en la que se encuentren. Cabe mencionar que la mayor cantidad de individuos se encuentran dentro del estrato superior, entre las especies comunes están: *Cecropia reticulata*, *Cinchona pubescens*, *Critoniopsis occidentalis*, *Eugenia egensis*, *Faramea calyprata*, *Ficus* sp, *Inga* sp, *Licania* sp, *Miconia* sp, *Miconia brevitheca*, *Nectandra* sp, *Nectandra* sp1, *Ocotea* sp, *Palicourea* sp, *Piper obliquum*, *Pouteria* sp, *Pseudolmedia rígida* y *Schefflera* sp.

Estructuralmente, los árboles dentro de la parcela tienen la tendencia a agruparse en tres estratos. El estrato con mayor número de individuos es el superior. (Figura 11-12).

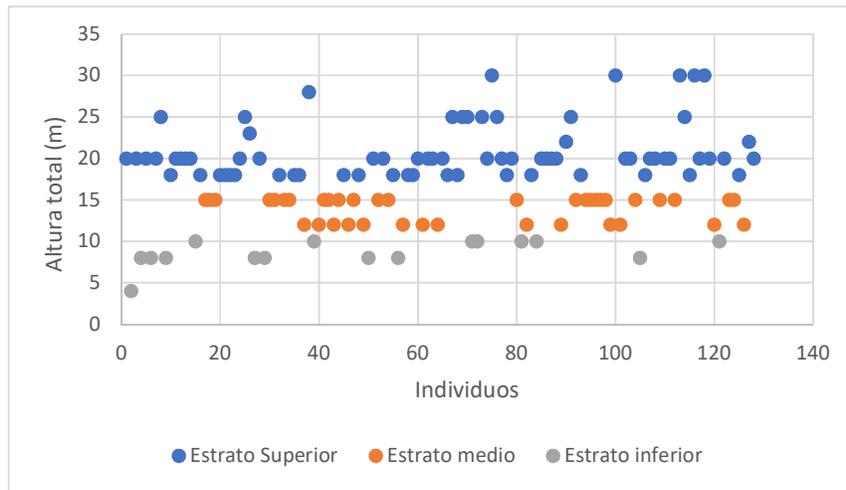


Figura 11-12 Posición sociológica o estratificación en PMTF1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

PMTF2

La vegetación corresponde a un remante de bosque natural/nativo que se ubica sobre una pendiente, mucha humedad en el suelo, el estrato superior sobrepasa los 16 metros entre las especies que destacan: *Virola calophylla*, *Allophylus myrianthus*, *Cinchona pubescens*, *Critoniopsis Occidentalis*, *Erythrina edulis*, en el estrato medio están *Allophylus myrianthus*, *Cecropia reticulata*, *Critoniopsis occidentalis*, *Cyathea sp*, *Dioicodendron dioicum*, *Eugenia sp*, *Eugenia sp1*, *Ficus pertusa*, *Ficus sp*, *Inga oerstediana*, *Miconia sp*, *Myrsine coriacea*, *Nectandra sp*, *Nectandra sp1*, *Ochroma sp*, *Protium sp*, *Psychotria sp* y *Wettinia quinaria*, y por último en el estrato inferior están las siguientes especies *Allophylus myrianthus*, *Cinchona pubescens*, *Critoniopsis Occidentalis*, *Erythrina edulis*, *Eugenia sp1*, *Miconia sp*, *Myrcia sp*, *Nectandra sp1*, *Psychotria sp*, *Wettinia quinaria*.

Estructuralmente están agrupados en tres estratos, al parecer hay una buena regeneración natural, ya que las especies se encuentran distribuidas en toda la parcela con diferentes alturas, es por ello que se encuentran las mismas especies en los tres estratos. (Figura 11-13).

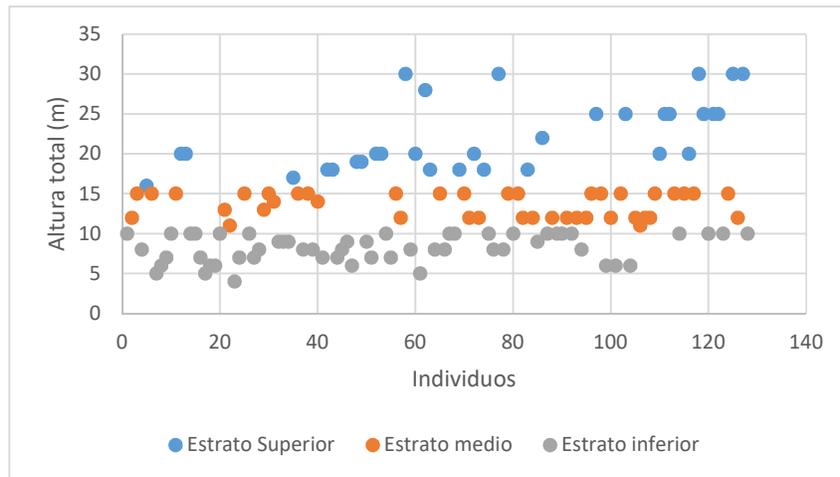


Figura 11-13 Posición sociológica o estratificación en PMTF2

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

PMSF-3

La vegetación corresponde a un remante de bosque natural/nativo que se ubica sobre una pendiente de quebrada existe mucha humedad en el suelo, la mayor cantidad de individuos están concentrados en los estratos medio e inferior, las especies comunes que se encuentran son *Alchornea triplinervia*, *Banara guianensis*, *Cecropia reticulata*, *Cecropia sp*, *Critoniopsis occidentalis*, *Elaeagia utilis*, *Erythrina edulis*, *Grias multinervia*, *Nectandra sp*, *Ochroma sp*, *Palicourea sp*, *Piper Obliquum*, *Pseudolmedia rigida* y *Wettinia quinaria*.

Estructuralmente se observa los tres estratos, siendo el inferior y el medio con mayor cantidad de individuos (Figura 11-14).

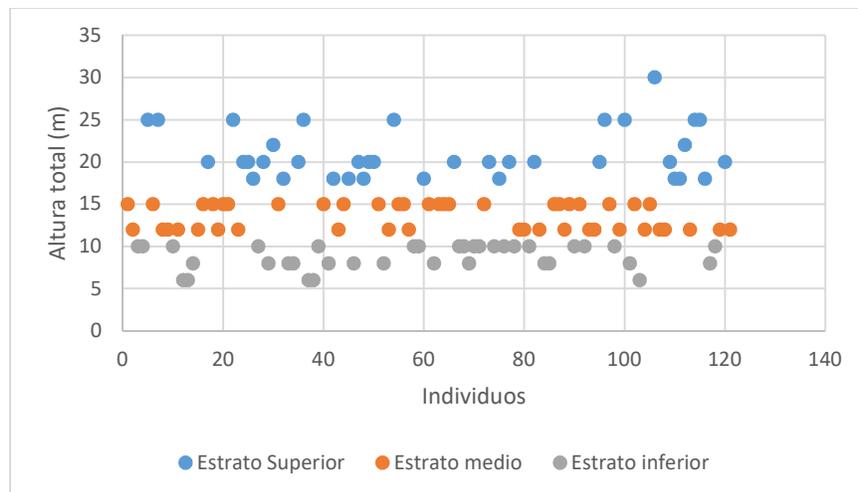


Figura 11-14 Posición sociológica o estratificación en PMTF3

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

PMTF4

La vegetación corresponde a un remante de bosque natural/nativo que se ubica sobre una pendiente de quebrada existe mucha humedad en el suelo, el estrato superior supera los 16 metros de altura, el estrato medio alcanza los entre 11 - 15 metros, está constituido por especies como *Nectandra crassiloba* y *Vismia baccifera*, mientras que en el estrato inferior tienen mayor cantidad de individuos con las siguientes especies: *Alchornea triplinervia*, *Cecropia reticulata*, *Cedrela montana*, *Cinchona pubescens*, *Clusia sp*, *Cupania cinerea*, *Elaeagia utilis*, *Eugenia egensis*, *Faramea calyprata*, *Ficus sp*, *Guatteria sp*, *Hedyosmum guodotianum*, *Hieronyma macrocarpa*, *Inga sp*, *Miconia sp1*, *Miconia brevitheca*, *Nectandra sp1*, *Ocotea sp*, *Palicourea lasirrhachis*, *Palicourea sp1*, *Picrasma longistaminea*, *Pouteria sp*, *Pseudolmedia rigida*, *Psychotria sp*, *Saurauia tomentosa*, *Schefflera sp* y *Vochysia sp*. Cabe recalcar que entre el estrato inferior y el estrato medio comparten las especies.

Esto demuestra que existe una regeneración natural constante, en la siguiente figura se observa claramente los estratos. (Figura 11-15).

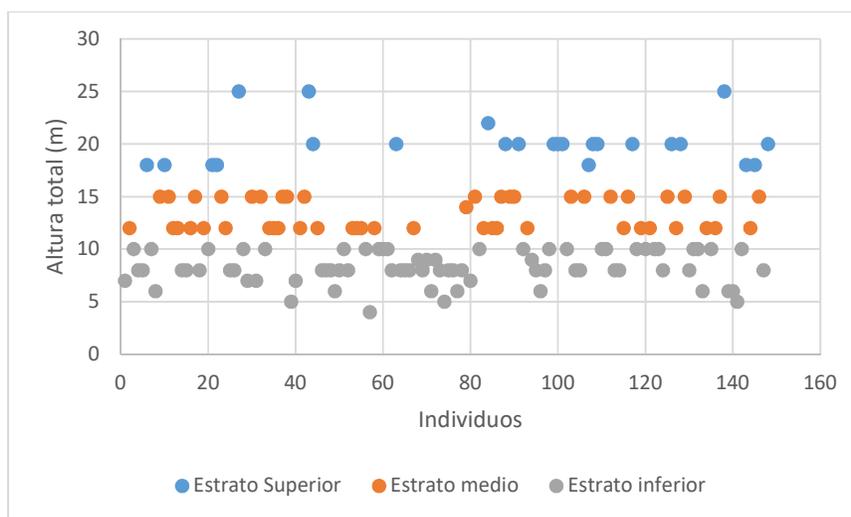


Figura 11-15 Posición sociológica o estratificación en PMTF4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

PMTF5

La vegetación corresponde a un remante de bosque natural/nativo que se ubica sobre una pendiente de quebrada existe mucha humedad en el suelo, el estrato superior es el que tiene mayor cantidad de individuos con las siguientes especies, *Carica macrocarpa*, *Critoniopsis occidentalis*, *Elaeagia utilis*, *Ficus sp*, *Guarea kunthiana*, *Nectandra crassiloba*, *Nectandra sp*, *Ocotea*, *Palicourea sp*, *Saurauia tomentosa* y *Siparuna lausifolia*, el estrato inferior consta con las siguientes especies *Clusia sp*, *Faramea calyprata*, *Guatteria sp*, *Nectandra sp1*, *Piper imperiale*, *Pouteria sp*, *Pseudolmedia rigida*, *Vochysia sp*. El estrato medio comparte especies de los estratos superior e inferior. Los estratos se pueden observar en el siguiente gráfico. (Figura 11-16).

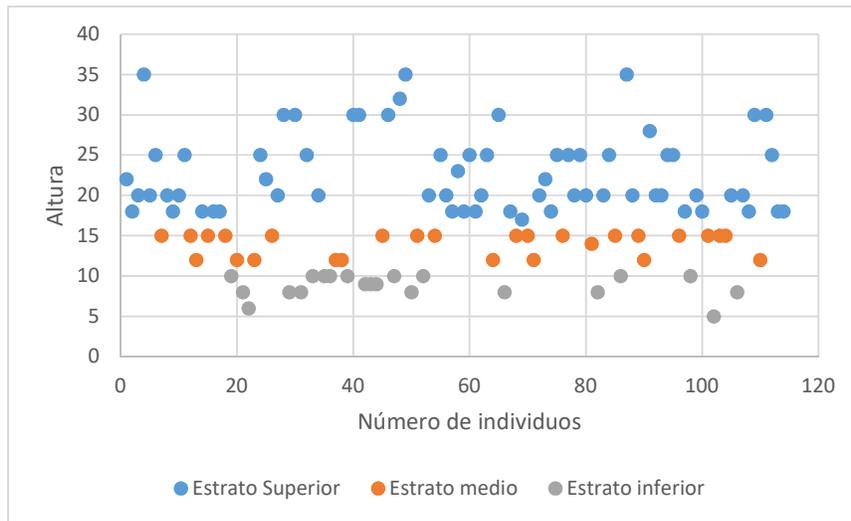


Figura 11-16 Posición sociológica o estratificación en la PMTF5

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

c. Distribución diamétrica (curva de diámetros)

Para el área evaluada que corresponde a bosque nativo se observa que la marca de clase diamétrica 1 muestra 401 individuos de 10 cm de DAP, la clase diamétrica 2 con 131 individuos, 61 individuos de la clase diamétrica 3, 25 individuos de la clase diamétrica 4, 13 individuos la clase diamétrica 5, 6 individuos de la clase diamétrica 6 y por ultimo 2 individuos de la clase diamétrica 7. A medida que aumenta el DAP por marca de clase, disminuye la cantidad de individuos (Figura 11-17).

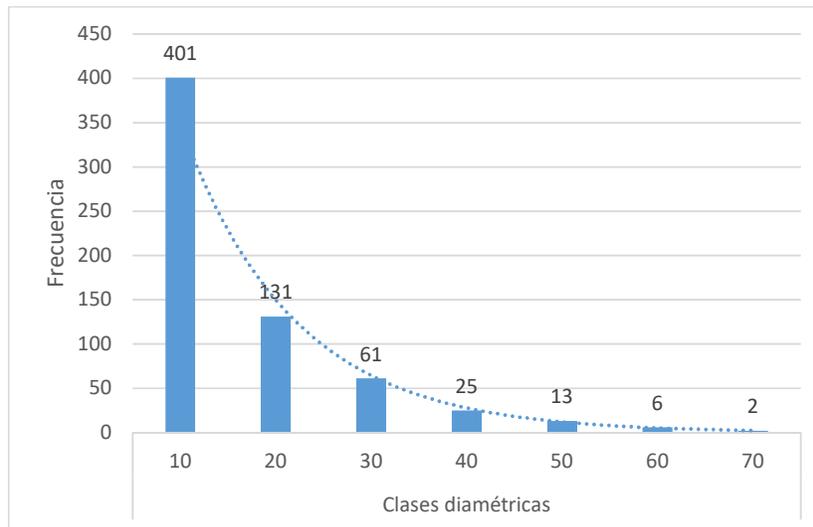


Figura 11-17 Curva diamétrica registrada para la concesión minera

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

PMTF1

Como se observa en la siguiente figura, la marca de clase diamétrica 1 muestra que los individuos de 10 cm de DAP tienen un registro de 71 individuos, siendo esta la clase dominante, la clase diamétrica 2 con 40 individuos.

A medida que aumenta el DAP por marca de clase, disminuye la cantidad de individuos (Figura 11-18).

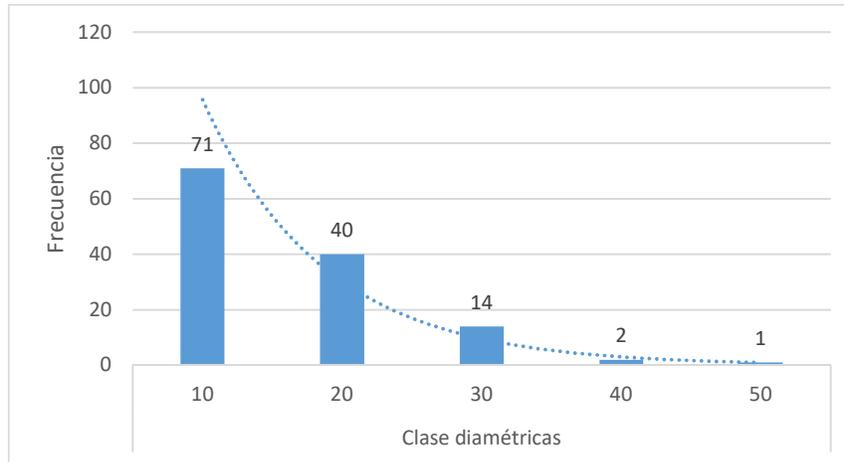


Figura 11-18 Curva diamétrica en PMTF1

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

PMTF2

Como se observa en la siguiente figura, la marca de clase diamétrica 1 tiene 94 individuos siendo esta la dominante dentro la parcela, la clase diamétrica 2 con 17 individuos, y la clase diamétrica 3 con 13 individuos. A medida que aumenta el DAP por marca de clase, disminuye la cantidad de individuos (Figura 11-19).

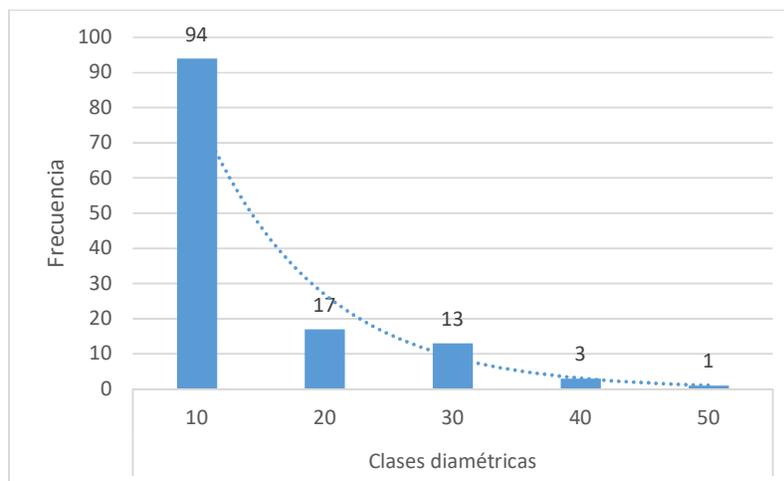


Figura 11-19 Curva diamétrica en PMTF2

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

PMTF3

Como se observa en la siguiente figura, la marca de clase diamétrica 1 muestra que los individuos de 10 cm de DAP predominan en la parcela con un total de 85 individuos, en clase diamétrica 2 constan 17 individuos. A medida que aumenta el DAP disminuye el número de individuos (Figura 11-20).

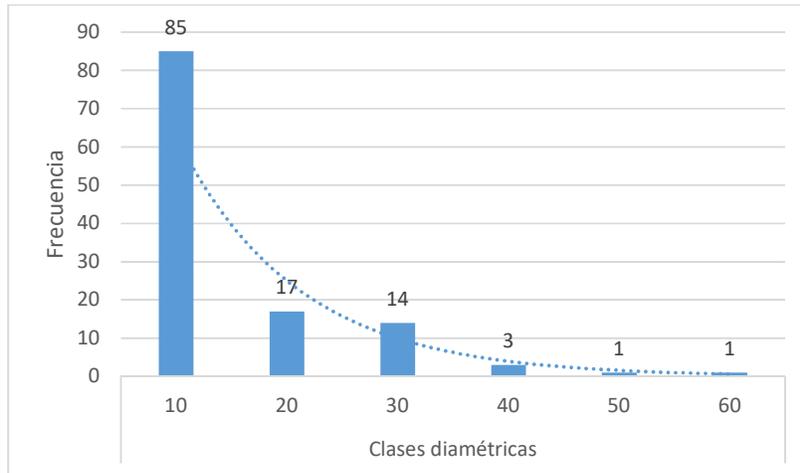


Figura 11-20 Curva diamétrica en PMTF3

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

PMTF4

Como se observa en la siguiente figura, la marca de clase diamétrica 1 muestra que los individuos de 10 cm de DAP presenta 88 individuos siendo la más dominante, la clase diamétrica 2 presenta 37 individuos de los y la clase diamétrica 3 presenta 15 individuos. A medida que aumenta el DAP por marca de clase, disminuye la cantidad de individuos.

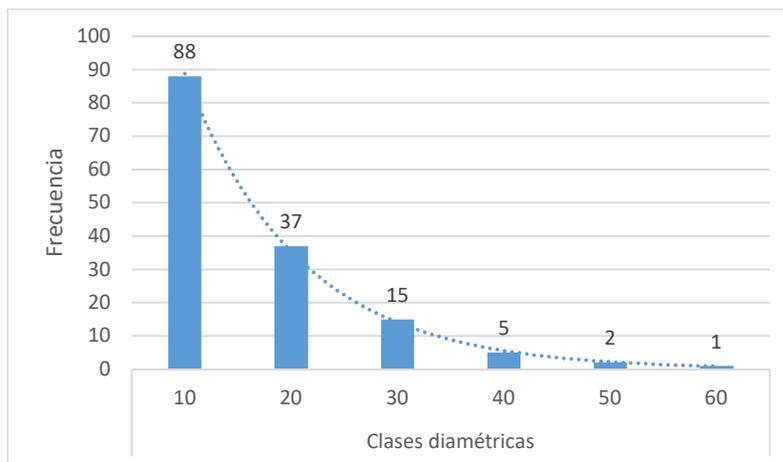


Figura 11-21 Curva diamétrica en PMTF4

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero2021

PMTF5

Como se observa en la siguiente figura, la marca de clase diamétrica 1 muestra que los individuos de 10 cm de DAP presenta 63 individuos, siendo esta la clase dominante, la clase diamétrica 2 presenta 20 individuos, y la clase diamétrica 3 presenta 13 individuos, el resto de clases diamétricas tienen menos de 10 individuos. A medida que aumenta el DAP por marca de clase, disminuye la cantidad de individuos (Figura 11-22).

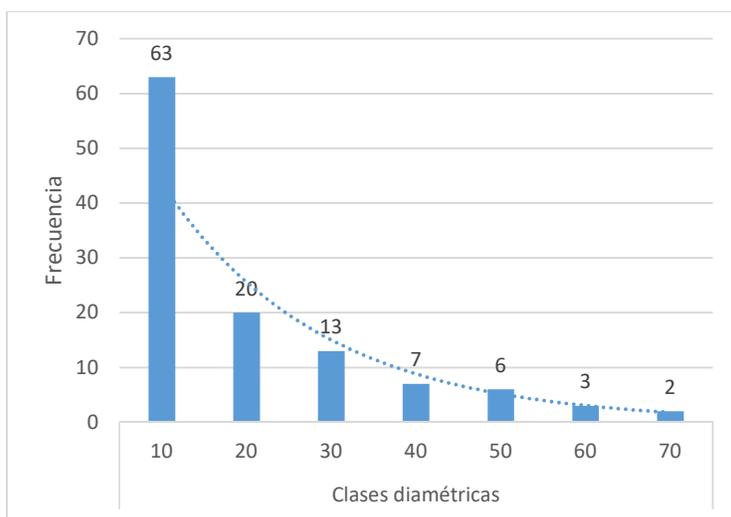


Figura 11-22 Curva diamétrica en PMTF5

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

d. Estado de conservación

En el área de estudio se registró un total de seis especies nativas de acuerdo a la lista roja de la UICN, libro rojo y a los apéndices de la CITES con categorías EN (En peligro) LC (Preocupación menor), VU (Vulnerable) (Tabla 11-17).

Tabla 11-17 Estado de conservación de las especies

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	UICN (2020)	LIBRO ROJO (2012)	CITES (2020)	PARCELA
Arecaceae	<i>Wettinia quinaria</i>	LC	-	-	PMTF2
					PMTF3
Lecythydaceae	<i>Grias multinervia</i>	EN	-	iii	PMTF3
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	VU	-	-	PMTF4
Lauraceae	<i>Nectandra crassiloba</i>	LC	LC - Endémica	-	PMTF4
					PMTF5
Rubiaceae	<i>Palicourea corniculata</i>	VU	VU Endémica	iii	PMTF4
Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	NT	NT Endémica	-	PMTF3
					PMTF4

Significado: LC: Preocupación menor, VU: Vulnerable, EN: En Peligro, NT: Casi Amenazada.

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

11.1.7.2 Cuadro resumen de inventario forestal

De acuerdo al análisis indicado, los ecosistemas evaluados en el área de influencia del proyecto presentan diferencias en cuanto al área basal, volumen de madera, comercial y total, por área de muestreo y estimada por hectárea. Los resultados demuestran diferencias en cuanto a la composición de estos factores, la cual se relaciona con el tipo de cobertura vegetal, uso de suelo, estado de la vegetación (maduro, regenerativo, etc.), y nivel de antropización de las áreas.

La Tabla 11-18 a continuación presenta un detalle de los resultados generales de la evaluación forestal por cada una de las áreas (Ver Anexo L Forestal, 1_Datos_Forestales_Vf).

Tabla 11-18 Resumen del inventario forestal – Proyecto Minero Tres Cerrillos

TIPO DE VEGETACIÓN	PARCELA	AB EN EL ÁREA MUESTREADA	AB/HA	VOLUMEN TOTAL EN EL ÁREA MUESTREADA	VOLUMEN TOTAL POR HECTÁREA	VOLUMEN COMERCIAL EN EL ÁREA MUESTREADA	VOLUMEN COMERCIAL POR HECTÁREA
		(m ²)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
Bosque	PMTF1	5,10	4,08	71,26	57,01	60,41	48,33
Bosque	PMTF2	5,28	4,22	69,79	55,83	56,44	45,15
Bosque	PMTF3	4,53	3,63	42,30	33,84	34,31	27,45
Bosque	PMTF4	6,03	4,82	54,02	43,21	44,40	35,52
Bosque	PMTF5	7,41	5,93	95,73	76,58	79,86	63,89

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

11.1.7.3 Uso de las especies

La vegetación existente en las áreas de muestreo, presentan algunos usos por parte de los pobladores locales y las comunidades.

11.1.7.3.1 Especies maderables – especies de interés económico

Las especies maderables son escasas en el área de estudio, la mayoría de especies arbóreas identificadas en la zona son utilizadas para realizar trabajos de construcción o adecuaciones de las viviendas de los moradores de las comunidades cercanas, sin embargo, no tienen representatividad comercial (Tabla 11-19).

11.1.7.3.2 Productos forestales no maderables (PFNM)

Dentro de los productos no maderables se registraron las siguientes especies: *Banara guianensis*, *Beilschmiedia cuneata*, *Carica macrocarpa*, *Elaeagia sp.*, *Elaeagia utilis*, *Eugenia egensis*, *Faramea calyptrata*, *Piper imperiale*, *Piper obliquum*, *Pseudolmedia rígida*, entre otras; generalmente estas no son usadas por los pobladores debido a la calidad de madera, sin embargo, sirven de refugio para la vida silvestre (Tabla 11-19).

Tabla 11-19 Especies de importantes económica

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Uso
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia sp.</i>	Moquillo	No Maderable
2	Actinidiaceae	<i>Saurauia tomentosa</i>	Moquillo	No Maderable
3	Annonaceae	<i>Guatteria sp.</i>	Vara blanca	No Maderable
4	Araliaceae	<i>Schefflera sp.</i>	Patigallo	Maderable
5	Arecaceae	<i>Wettinia quinaria</i>	Gualtal	Maderable/No maderable
6	Asteraceae	<i>Critoniopsis occidentalis</i>	fóforo blanco	Maderable
7	Burseraceae	<i>Protium sp.</i>	Copal	Maderable
8	Caricaceae	<i>Carica macrocarpa</i>	Col de monte	No Maderable
9	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum guodotianum</i>	Guayusa	No Maderable
10	Chrysobalanaceae	<i>Licania sp.</i>	--	Maderable
11	Clusiaceae	<i>Clusia sp.</i>	Yalte baboso	No Maderable
12	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp.</i>	Helecho arboreo	Maderable
13	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	Wasco	Maderable
14	Euphorbiaceae	<i>Caryodendron orinocense</i>	Mani de monte	Maderable/No maderable
15	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>	Porotón	Maderable/No maderable
16	Fabaceae	<i>Inga insignis</i>	Guaba	Maderable/No maderable
17	Fabaceae	<i>Inga oerstediana</i>	Guaba Silvestre	Maderable/No maderable
18	Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	Guabilla	Maderable/No maderable
19	Flacourtiaceae	<i>Banara guianensis</i>	--	Maderable
20	Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Achotillo	Maderable/No maderable
21	Lauraceae	<i>Beilschmiedia cuneata</i>	--	Maderable
22	Lauraceae	<i>Nectandra crassiloba</i>	Yalte blanco	Maderable
23	Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	Canelo Amarillo	Maderable
24	Lauraceae	<i>Nectandra sp1.</i>	Naranjuelo	Maderable
25	Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	Hojarasco	Maderable
26	Lauraceae	<i>Ocotea sp1</i>	Puerco	Maderable
27	Lauraceae	<i>Persea sp.</i>	Aguacatillo	Maderable

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Uso
28	Lecythydaceae	<i>Grias multinervia</i>	Huevos de oso	No Maderable
29	Lecythydaceae	<i>Grias sp.</i>	Huevos de oso	No Maderable
30	Malvaceae	<i>Ochroma sp.</i>	Balsa	Maderable
31	Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	Miconia	No Maderable
32	Melastomataceae	<i>Miconia sp1.</i>	Amarillo	No Maderable
33	Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	Chinchak	Medicinal/Maderable
34	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Cedro	Medicinal/Maderable
35	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	Manzano colorado	Medicinal/Maderable
36	Monimiaceae	<i>Siparuna laurifolia</i>	--	No Maderable
37	Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	--	Medicinal/Maderable
38	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	Matapalo	Medicinal/Maderable
39	Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	Guión	Medicinal/Maderable
40	Myristicaceae	<i>Viola calophylla</i>	--	Maderable
41	Myrtaceae	<i>Eugenia egensis</i>	Arrayan	Maderable/No maderable
42	Myrtaceae	<i>Eugenia sp.</i>	Guayabillo	No Maderable
43	Myrtaceae	<i>Eugenia sp1.</i>	Tabaquillo	No Maderable
44	Myrtaceae	<i>Myrcia sp.</i>	Usma	No Maderable
45	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Motilón	Medicinal/Maderable
46	Piperaceae	<i>Piper imperiale</i>	Kaluk yura	No Maderable
47	Piperaceae	<i>Piper obliquum</i>	Hoja redonda	No Maderable
48	Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	--	No Maderable
49	Primulaceae	<i>Myrsine sp.</i>	Charmuelan o arrayan	No Maderable
50	Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	Carne de res	Medicinal/Maderable
51	Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	Cascarillo	Medicinal/Maderable
52	Rubiaceae	<i>Dioicodendron dioicum</i>	--	Maderable
53	Rubiaceae	<i>Elaeagia sp.</i>	--	Maderable
54	Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>	Muercielago macho	Maderable
55	Rubiaceae	<i>Faramea calyptrata</i>	Hoja Flecha	Medicinal/Maderable
56	Rubiaceae	<i>Palicourea corniculata</i>	--	Medicinal/No maderable
57	Rubiaceae	<i>Palicourea lasiorrhachis</i>	Huisha	Medicinal/No maderable
58	Rubiaceae	<i>Palicourea sp.</i>	--	Maderable
59	Rubiaceae	<i>Palicouria sp 1.</i>	Cucharillo	Maderable
60	Rubiaceae	<i>Psychotria sp.</i>	Cafetillo	No Maderable
61	Sapindaceae	<i>Allophylus myrianthus</i>	Cuchi costilla	Maderable
62	Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i>	sabaleta	Maderable
63	Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	Caimito o Cuso	Medicinal/Maderable/No maderable
64	Simaroubaceae	<i>Picrasma longistaminea</i>	Palo amargo	Maderable
65	Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	Cujaco	No Maderable
66	Urticaceae	<i>Cecropia reticulata.</i>	Guarumbo	No Maderable
67	Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	Yarumbo estrella	No Maderable
68	Urticaceae	<i>Coussapoa villosa</i>	--	Maderable
69	Vochysiaceae	<i>Vochysia sp.</i>	Rosa	Maderable

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, febrero 2021

11.1.7.3.3 Especies de aprovechamiento condicionado

No se registraron especies de aprovechamiento condicionado.

11.1.8 Conclusiones

El análisis forestal se realizó en tres tipos de formaciones vegetales: “Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes” entre los 1500 y 2000 msnm, “Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes” sobre los 2000 msnm, y, “Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes” cerca de los 2000 msnm. Todas las parcelas se encuentran en sitios con pendiente pronunciada es decir sobre los 45 grados de inclinación. Los sitios inventariados son remanentes de bosque de la zona, ya que la mayor parte del área se encuentra fragmentada, por actividades de las comunidades asentadas, que realizan la apertura de las áreas naturales para realizar ganadería y agricultura.

Dentro del área se realizó cinco parcelas temporales de 50 x50 m, cubriendo un área de 12.500 metros o igual a 1,25 ha.

Mediante la toma de datos en las parcelas forestales (individuos con un DAP mayor a 10 cm), se registró un total de 639 individuos, distribuidos taxonómicamente en 35 familias botánicas que agrupan a 50 géneros y 38 especies.

Las familias con mayor representatividad fueron Rubiaceae, Lauraceae, Moraceae, Arecaceae, Melastomataceae, Urticaceae, Piperaceae, Sapotaceae y Fabaceae.

En cuanto a la diversidad Shannon - Wiener obtenida para cada ecosistema evaluado se identifica una diversidad media en las parcelas 1, 3 y 5, mientras para las parcelas 3 y 4 la diversidad es alta. En cuanto a la diversidad de Simpson la diversidad es alta para las parcelas 3, 4 y 5, para la PMTF1 la diversidad es medianamente alta, y para la PMTF2 es la diversidad es media.

El área basal total de las áreas de muestreo es de 28.35 m²/ha, esto corresponde a las 5 parcelas de muestreo. El volumen total de las 5 parcelas fue 333.10 m³/ha.

En cuanto a uso y aprovechamiento de madera, casi en su totalidad de los árboles son aprovechados por los pobladores como leña, madera para pilares, tablas para construcción de viviendas, encofrado, entre otros usos. Pero todos los árboles son aprovechados por la fauna silvestre ya sea como alimento o como refugio.

Una vez que se revisaron las especies dentro de los listados nacionales e internacionales para determinar su estado de conservación, se detalla que seis especies se encuentran dentro de la lista de la IUCN (2020), las especies *Wettinia quinaria* (Arecaceae) y *Nectandra crassiloba* (Lauraceae) se listan como de Preocupación Menor (LC), la especie *Miconia brevitheca* (Melastomataceae) como Casi Amenazada (NT), *Grias multinervia* (Lecythidaceae) como En Peligro (EN); y, *Cedrela montana* y *Palicourea corniculata* (Rubiaceae) como Vulnerables (VU).

Las especies *Nectandra crassiloba* (Lauraceae), *Palicourea corniculata* (Rubiaceae) y *Miconia brevitheca* (Melastomataceae) se consideran como Endémicas para el Ecuador.

Así mismo, para la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), dos especies se encuentran en el

apéndice II, estas son: *Grias multinervia* (Lecythidaceae) y *Palicourea corniculata* (Rubiaceae).

11.1.9 Recomendaciones

Para las fases constructivas y operativas del proyecto se recomienda realizar el registro de las especies presentes en las áreas a ser intervenidas, las mismas que deberán ser consideradas en etapas de rehabilitación de áreas afectadas.

Se deben desarrollar los instrumentos adecuados de manejo forestal y gestión ambiental en el proyecto de tal manera que se garantice la integridad de las especies forestales que se encuentran listadas como endémicas o en la categoría de Vulnerables por la IUCN (2020) durante la fase de ejecución del proyecto.

Es importante considerar dentro de la fase de ejecución del proyecto que los Predios Socio Bosque identificados mediante oficio MAAE-SUIA-RA-DRA- 2021-11012 del 09 de abril de 2021, deben ser plenamente identificados y socializados para que se excluyan de cualquier proceso que ponga en peligro la integridad de la masa forestal.

11.2 Valoración económica de los bienes y servicios ambientales

11.2.1 Introducción

El crecimiento económico y la protección ambiental son dos conceptos que se han empezado a integrar y su unión está estrechamente asociada al concepto de desarrollo sustentable.

El desarrollo sustentable tiene como premisa el equilibrio entre la actividad económica, los sistemas biofísicos y la calidad de vida de la sociedad. Mantener ese equilibrio implica conocer y dar valor a los costos y efectos negativos, así como a los beneficios, que se producen por la selección de las actividades económicas y los patrones de consumo relacionados con la diversidad biológica.

La población se beneficia de un "capital natural" a través de la provisión de bienes tales como alimentos, medicinas, materias primas; de los servicios ambientales, como la conservación y almacenamiento de agua, la calidad del aire, del agua y del suelo; y los servicios de recreación para las generaciones presentes y futuras.

La actividad económica no reconoce de manera explícita el valor de uso de los recursos biológicos y de los servicios que proveen, provocando frecuentemente el agotamiento, la degradación y la cancelación de los usos presentes y futuros de dichos recursos.

Dentro de la valoración económica se tiene los usos directos e indirectos que la naturaleza ofrece. Entre los usos directos se encuentran:

- Madera
- Leña y carbón vegetal
- Biodiversidad e información genética
- Productos forestales no maderables

- Turismo y servicios recreativos

Entre los usos indirectos se encuentran:

- Protección de fuentes de agua
- Almacenamiento y secuestro del carbón

Los servicios ambientales incluyen la regulación de gases de efecto invernadero (fijación de carbono) y belleza escénica. Mientras que los bienes ambientales incluyen agua, productos maderables y no maderables del bosque en cuestión, productos medicinales, plantas ornamentales y artesanías.

Entre los objetivos propuestos para la valoración económica se citan:

- Valorar económicamente los bienes y servicios ambientales identificados en el área del proyecto afectado por desbroce de cobertura vegetal.
- Determinar un valor económico Total (VET) del área afectada por desbroce de la cobertura vegetal por las actividades de exploración avanzada.

La metodología empleada está basada en el Acuerdo Ministerial 076 y 134 modificada en junio de 2012 que incluye la valoración de bienes y servicios ecosistémicos de los Bosques y Vegetación Nativa en los casos a ser removida, con la aplicación de una guía metodológica.

Para realizar la valoración económica de los bienes y servicios, es necesario definir previamente el área de desbroce resultante de la implementación del proyecto, para lo cual, se toma en cuenta lo señalado en el capítulo de la “Descripción del Proyecto”, que indica lo siguiente:

- 170 plataformas de perforación que ocupan un área de 10x10m cada una, dando un área total de 17.000 m².
- La definición del área por apertura de trochas resulta complicada debido a que esta se define una vez iniciada la fase de exploración avanzada, sin embargo, se ha definido una longitud promedio de trochas por plataforma de 200 metros con un ancho máximo de 1,5 metros, dando un área individual de 300 m².
- La instalación de 5 campamentos móviles que ocupará un área total de 500 m².
- La instalación de 1 campamento fijo (temporal) que ocupara un área de 3.000 m²
- La instalación de 3 helipuertos que ocuparán un área total de 7.500 m²

A continuación, se realiza un resumen de las mismas.

Tabla 11-20 Área de remoción de cobertura vegetal en función de la infraestructura a instalar

INFRAESTRUCTURA	EXTENSIÓN (m ²)	NUMERO	TOTAL (m ²)
Plataforma de perforación (10 m x 10 m)	100	170	17.000
Accesos (200 x 1.5 m)	300	170	51.000
Campamento Móvil	100	5	500
Campamento Fijo	3000	1	3.000
Helipuertos	2500	3	7.500
TOTAL			79.000

Fuente: EMSAEC S.A., mayo 2021
 Elaborado: EMSAEC S.A., mayo 2021

En resumen, se estima que en la fase de exploración avanzada podrá llegarse a desbrozar un área de 79.000 m² (7,90 ha).

De acuerdo a lo establecido en el capítulo de Inventario Forestal, A continuación, se presentan el volumen y área basal calculada.

Tabla 11-21. Volumen y área basal calculada en el área de estudio

COBERTURA VEGETAL (MAAE, 2018)	PARCELA	ÁREA DE MUESTREO (m ²)	VOLUMEN TOTAL MUESTREADO (m ³)
Bosque	PMTF1	2500	71,26
	PMTF2	2500	69,79
	PMTF3	2500	42,30
	PMTF4	2500	54,02
	PMTF5	2500	95,73

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

11.2.2 Regulación de gases de efecto invernadero - captura de carbono

Los bosques tienen un papel importante en la regulación del cambio climático, “al remover el CO₂ de la atmósfera en el proceso de la fotosíntesis, usándolo para la construcción de azúcares y otros compuestos orgánicos usados para el crecimiento y el metabolismo”. Las plantas leñosas de larga vida almacenan carbono en la madera y otros tejidos hasta que mueren y se descomponen. Después de esto, el carbono en la madera puede ser liberado a la atmósfera como CO₂, monóxido de carbono (CO) o metano o puede ser incorporado en el suelo como materia orgánica.

Para realizar la estimación de los aportes por el servicio de mitigación por la emisión de gases de efecto invernadero, se debe conocer la cantidad de carbono almacenado (ton/ha), el valor del carbono (USD/ton) y el área efectiva de bosque a ser removida (incluye especies maderables y no maderables).

Para definir la tasa de almacenamiento de carbono en el área de estudio, se tomó como fuente lo señalado en el documento “Estadísticas de Patrimonio Natural elaboradas por Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2018)”, el cual señala que el

estrato sobre el cual se asienta el proyecto es el estrato “Bosque siempre verde Andino Montano”, cuya tasa de almacenamiento de carbono es de 123,1 tCO₂/ha².

Para definir el valor tonelada de carbono se ha considerado el valor señalado en los mercados internacionales, donde el precio promedio por tonelada de carbono para la última década (2011 – 2021³) es de 10,00 USD/ton CO₂.

Por lo tanto, para el presente estudio se ha tomado como valor \$17,17 USD por tonelada del carbono en base a los mercados internacionales; mientras que, el valor de carbono en la biomasa de los bosques presentes en el área de estudio será el señalado en las Estadísticas de Patrimonio Natural elaboradas por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2018); esto es un valor de 123,1 tCO₂/ha.

Finalmente, previo a calcular el aporte por fijación de carbono es necesario definir el área de bosque a ser removida, que en el presente caso es 7,90 ha.

La estimación de los aportes por fijación o captura de carbono se obtuvo aplicando la siguiente ecuación:

Tabla 11-22 Aportes por Fijación o Captura de Carbono

APORTE POR FIJACIÓN DE CARBONO					
$Y_c = \sum_{i=1}^n P_c Q_i^c N_i^c$					
Y_c = Aporte por la fijación de carbono (USD)					
P_c = Precio (USD/ton) del carbono fijado					
Q_i^c = Cantidad de carbono fijado (ton/ha)					
N_i^c = Número de hectáreas efectivas reconocida para fijación de carbono					
$Y_c =$	I	P_c (USD/ton)	Q_i^c (ton/ha)	N_i^c (ha)	Valor (USD)
$Y_c =$	Bosque	17,17	123,10	7,90	16697,65
$Y_c =$	Total (USD)				16697,65

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021
 Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

11.2.3 Belleza escénica

Tal como establecen los Acuerdos Ministeriales No. 076 y 134. publicados en el registro oficial No. 766 del 14 de agosto del 2012 y 25 de septiembre de 2012. respectivamente; el servicio ambiental de belleza escénica no es del todo cuantificable; por lo tanto. no es posible monitorear un volumen o cantidad específica del servicio. (Ribadeneira, 2015).

Si bien el cálculo de la belleza escénica pudiere confundirse como insumo para el cálculo de los valores por concepto del servicio relacionado al turismo y recreación. es importante distinguir que la belleza escénica representa un valor de no uso.

² Estadísticas de Patrimonio Natural, Datos de Bosques, ecosistemas, especies, carbono y deforestación del Ecuador continental, MAAE, 2018

³ <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>

Por lo mencionado, debemos recurrir a la metodología disponible como la disposición a pagar (willingness to pay, WTP), donde se establece un valor de \$1,88 USD/ha el cual fue calculado por Baldares et al. (1990). Proyectamos este valor al 2020, mediante el Valor Presente Neto (VPN) y una tasa de descuento vigente del 6,88%⁴, obteniendo un valor de \$13,84/ha (ECUAMBIENTE, 2023)

Pero de acuerdo con la observación directa realizada durante la fase de campo del presente estudio se realizó entrevistas verbales a los guías. donde se consultó sobre la actividad turística; los cuales manifestaron. que dentro del área donde se implantará el proyecto no se realizan actividades turísticas. Pero se considera este valor por la belleza escénica que se forma al implementar plantaciones forestales y agroforestales. es decir que el turismo tiene un aporte como un servicio ecosistémico provisto por los bosques plantados y bosques secundarios de la zona.

Con este antecedente el área minera Tres Cerrillos considera que el aporte por este servicio ecosistémico será de ciento nueve y treinta y cuatro centavos de dólares (\$ **109,34 USD**).

La tabla a continuación presente el cálculo de belleza escénica para el área de desbroce definida.

Tabla 11-23 Aportes Belleza Escénica (Turismo)

APORTES BELLEZA ESCÉNICA (TURISMO)		
$Y_{be} = CM_{BE} \times A_t$		
Y_{be} = Aporte por belleza escénica en turismo (USD)		
CM_{BE} = Costo de mercado belleza escénica (USD/Ha)		
A_t = Área a intervenir por el proyecto (Ha)		
Y_{be} =	CM_{BE}	A_t
Y_{be} =	13,84 USD/Ha	7,90 ha
Y_{be} =	109,34 USD	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

11.2.4 Agua

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 para (\$/m³). Como el agua es un bien que puede ser utilizado en distintas actividades y el comprador puede aplicarlo para diferentes fines, el precio del agua no debe hacer diferencias entre sectores económicos. (Acuerdo Ministerial 134).

Para definir la demanda de agua por año, se ha tomado en cuenta lo definido por la OMS, la cual establece que se requieren entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para cubrir la mayoría de las necesidades básicas y así evitar la mayor parte de los problemas de salud⁵. Por lo tanto, para el presente estudio se ha considerado, un valor de 100 l/día por persona (36.5 m³/año por persona) para la tasa de consumo de agua,

⁴ <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorMonFin/TasasInteres/Indice.htm>

⁵ <https://acnudh.org/el-derecho-al-agua-folleto-informativo-no-35/>

lo cual multiplicado por el número de personas requeridas para actividades de exploración en el proyecto (100 personas⁶) se obtiene un valor de la demanda de agua de 3650 m³/año (36.5 m³/año * 100 personas=3650 m³/año).

Mientras que, para definir el precio del agua como insumo, se ha considerado los valores que se cancelan en la zona de estudio, los cuales fueron suministrados por los habitantes del Sector de Espejo, ya que no existen servicio de agua potable en la zona. De acuerdo con información de la zona, las personas pagan un valor de 5 USD por 20 m³ de agua, es decir, que cada metro cubico tendría un valor de 0.25 centavos (ECUAMBIENTE, 2023).

El cálculo del valor por recurso agua se determina en base a la siguiente ecuación

Tabla 11-24 Aportes por Consumo de Agua

APORTES POR EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA COMO INSUMO (\$/AÑO)		
Ya : Aportes por el aprovechamiento del agua como insumo (\$/año)		
Pa : Precio del agua como insumo de la producción (\$/m ³)		
Q_i^a : Demanda de agua en el sector i (m ³ /año)		
Ya :	Pa :	Consumo por año Q_i^a
Ya :	0,25	3650
Ya :	912,50	

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

11.2.5 Productos maderables y no maderables del bosque

Se refiere al volumen de aprovechamiento de las especies (maderables y no maderables) y su valor en referencia al volumen de madera total.

Los cálculos realizados para este estudio se obtuvieron en base a los individuos con volúmenes de los árboles mayores a 10 cm de DAP, registrados en el inventario forestal.

Para calcular con mayor precisión el volumen de madera removida en el área de desbroce (7.90 ha) se va a suponer que toda la infraestructura instalada en el proyecto se ubicará exclusivamente sobre la cobertura vegetal "Bosque", a pesar que, EMSAEC S.A. tomará en cuenta prioritariamente áreas intervenidas para la ubicación de la infraestructura del proyecto minero, sin embargo, se toma en cuenta el peor escenario posible.

Los cálculos se obtuvieron con volúmenes de los árboles mayores a 10 cm de DAP, registrados en el inventario forestal. Con respecto al volumen de madera registrado en la zona evaluada, el cual corresponde al producto de las alturas totales y comerciales de los árboles registrados en cada una de las parcelas, en 1,25 hectárea muestreadas se obtuvo 333,10 m³ de volumen de madera, al interpolar a 7,90 ha que se va a intervenir en el proyecto, corresponde a 2105,19 m³ de volumen de madera. A continuación, se presenta los resultados obtenidos.

⁶ Valor tomado del Capítulo 8 Descripción del Proyecto, numeral 8.9 Mano de Obra requerida del presente estudio de impacto ambiental

Tabla 11-25 Porcentajes de las áreas de cada ecosistema

COBERTURA FORESTAL	SUPERFICIE MUESTREADA (HA)	VOLUMEN TOTAL MUESTREADO (M ³)	VOLUMEN TOTAL / HECTÁREA (M ³ /HA)	VOLUMEN TOTAL A REMOVER EN EL PROYECTO (M ³)
Bosque	1,25	333,10	266,48	2105,19

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

Finalmente, para calcular el valor a pagar se utilizó la siguiente ecuación por tipo de cobertura forestal.

Tabla 11-26 Aportes por el Aprovechamiento de Productos Maderables y no Maderables

APORTES POR EL APROVECHAMIENTO DE PRODUCTOS MADERABLES Y NO MADERABLES			
$Y_m = \sum_{i=1}^n P_i^m Q_i^m$			
Y _m = Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables (USD)			
P _i ^{mn} = Precio del bien i (USD/m ³)			
Q _i ^{mn} = Volumen efectivo del bien i (m ³)			
TIPO DE COBERTURA FORESTAL	Y _m =	P _i ^{mn} USD/m ³	Q _i ^{mn} m ³
Bosque Nativo	Y _m =	3,0	2105,19
Y _m =	6315,57 USD		
Nota: El valor de 3 USD es en base a lo estipulado en el AM041 del MAAE			

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

11.2.6 Productos medicinales del bosque

Con la identificación de las especies y los usos que se han determinado, se evidencia la existencia de especies medicinales por lo que basándonos en el documento “Valoración económica de bienes y servicios ambientales como una herramienta de conservación de bosques Amazónicos”, (Falconí, S., 2015) desde el punto de vista médico-genético puede generar un valor de opción de USD \$7/ha al año de acuerdo al trabajo de (Ruitenbeck, J., 1992). Por su parte (Adger, W.N., K. Brown, R. Cervigni y D. Moran., 1995) adoptan como valor más probable una cifra muy similar a la anterior de USD \$6.4/ha, aunque dentro de un abanico muy amplio (USD \$1 a \$ 90/ha).

A pesar que los pobladores del sector donde se va implementar el proyecto minero o a sus alrededores mencionan que no realizan la extracción de productos del bosque con fines de comercialización de uso medicinal, y considerando que esta categoría de uso que brinda el bosque es muy importante; la empresa minera “EXPLORACIONES MINERAS ECUADOR.” considera un valor adicional a la ya presentada por pagos de los productos maderables y no maderables en ítems anteriores. Para el presente proyecto se utilizará \$ 1,50 USD/ind., como valor medio por pago voluntario de acuerdo al grado de importancia que tienen desde la perspectiva del conocimiento ancestral y en

relación del área de remoción (7,90 ha) que viene a ser un promedio; por de la afectación a la disponibilidad de las especies que tienen un uso medicinal presentes en el área del proyecto de acuerdo a los datos del inventario forestal, las especies registradas en campo con estos fines y sus valores económicos se detallan a continuación.

Tabla 11-27 Especies medicinales

No	Familia	Nombre científico	Nombre común	Uso	Total
1	Melastomataceae	<i>Miconia brevitheca</i>	Chinchak	Medicinal/Maderable	18
2	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Cedro	Medicinal/Maderable	4
3	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>	Manzano colorado	Medicinal/Maderable	9
4	Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	--	Medicinal/Maderable	1
5	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	Matapalo	Medicinal/Maderable	17
6	Moraceae	<i>Pseudolmedia rigida</i>	Guión	Medicinal/Maderable	66
7	Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Motilón	Medicinal/Maderable	3
8	Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	Carne de res	Medicinal/Maderable	13
9	Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i>	Cascarillo	Medicinal/Maderable	21
10	Rubiaceae	<i>Faramea calypttrata</i>	Hoja Flecha	Medicinal/Maderable	20
11	Rubiaceae	<i>Palicourea corniculata</i>	--	Medicinal/No maderable	1
12	Rubiaceae	<i>Palicourea lasiorrhachis</i>	Huisha	Medicinal/No maderable	9
13	Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	Caimito o Cuso	Medicinal/Maderable/No maderable	25
Total					207

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

Una vez definido el valor voluntario de las especies que poseen un uso medicinal, se obtiene un valor promedio de \$ 310,5 (207 ind. x \$1,50) en 1,25 hectáreas. Con las especies y su número de individuos registradas en campo, se procedió a realizar la interpolación para saber cuántos individuos de las diferentes especies pueden existir en el área a ser intervenida (7,90 Ha), dando un valor de 1308 individuos para este sitio a ser desbrozada.

De esta manera empleando la consideración del valor por hectárea tal como establece la metodología en los Acuerdos Ministeriales No. 076 y 134. algunas plantas silvestres pueden ser utilizadas como productos medicinales para el tratamiento de ciertas enfermedades tenemos el siguiente resultado

$$Y_{ms} = \sum_{i=1}^n P_i^{ms} Q_i^{ms}$$

Y_{ms} : Aportes por el aprovechamiento de bienes medicinales silvestres (\$/año).

P_i^{ms} : Precio del bien medicinal silvestre i (\$ 1,50).

Q_i^{ms} : Cantidad explotado del bien medicinal.

i : 1308 plantas anuales estimadas.

Precio del bien medicinal: \$ 1,50

Cantidad del bien medicinal (7,90 ha de bosque natural con presencia de especies medicinales).

Los aportes por aprovechamiento de bienes medicinales equivalen a:

$$Y_{ms} = \$ (1,5 \times 1308 \text{ ind.}) = \$1962,00 \text{ USD.}$$

De la fórmula anterior se desprende que el valor estimado total de productos medicinales derivados de la biodiversidad es de \$ 1962,00 USD,

11.2.7 Productos ornamentales

Dentro del área del proyecto no se registró especies con este fin. Dicho de la misma población del sector mencionan que no poseen actividades económicas alternativas como la comercialización de plantas ornamentales de acuerdo a la información social levantada en campo por el equipo de Ecuambiente Consulting Group (Ver ANEXOS\Anexo C-Línea Base\C-3 Social). Sus actividades están relacionadas a otras actividades como la ganadería y ganadería. Por lo tanto, al no existir la variable (Y_{po}) que representa a la cantidad explotada del bien medicinal, el valor por este aprovechamiento es cero.

Tabla 11-28 Aportes por el Aprovechamiento de Plantas Ornamentales.

APORTES POR EL APROVECHAMIENTO DE PLANTAS ORNAMENTALES		
$Y_{po} = \sum_{i=1}^n P_i^{po} Q_i^{po}$		
Y_{po} = Aportes por el aprovechamiento de plantas ornamentales (USD)		
P_i^{po} = Precio de plantas ornamentales (USD/unidad)		
Q_i^{po} = Cantidad vendida de las plantas ornamentales i (unidades)		
$Y_{po} =$	P_i^{po} (USD/unidad)	Q_i^{po} (unidades)
$Y_{po} =$	-	-

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

11.3 Productos artesanales

Esta actividad no tiene incidencia en el sector, de todas maneras la probabilidad de elaboración de artesanías con otros productos del bosque es posible, pero la demanda en el sector es nula, ya que la información, según la línea base vinculada al componente social establece que en la actualidad no existen actividades que involucren la confección de artesanías, debido a que la población se ha dedicado a actividades agropecuarias y en cierto grado a la minería (Ver ANEXOS\Anexo C-Línea Base\C-3 Social).

Tabla 11-29 Aportes por el Aprovechamiento de Artesanías

APORTES POR EL APROVECHAMIENTO DE ARTESANÍAS		
$Y_{ar} = \sum_{i=1}^n P_i^{ar} Q_i^{ar}$		

APORTES POR EL APROVECHAMIENTO DE ARTESANÍAS		
Y_{ar} = Aportes por el precio de artesanías de origen silvestre (USD)		
P_i^{ar} = Precio de la artesanía i (USD/unidad)		
Q_i^{ar} = Demanda de la artesanía i (unidades)		
$Y_{ar} =$	P_i^{ar} (USD/unidad de volumen)	Q_i^{ar} (Unidades)
$Y_{ar} =$	-	-

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

11.3.1 Resultado final por servicios y bienes ambientales

Se obtuvo los valores de cada parámetro empleado, se procedió a la sumatoria para determinar un valor final.

Tabla 11-30 Aportes totales por Servicios y Bienes Ambientales

APORTES TOTALES POR SERVICIOS Y BIENES AMBIENTALES							
$Y_{tb} = \sum_{K=1}^n Y_K$							
Y_{tb} = Aportes totales de la biodiversidad (\$/año)							
Y_K = Aporte de cada componente de la biodiversidad (\$/año)							
$Y_{tb} =$	Y_c	Y_{be}	Y_a	Y_m	Y_{ms}	Y_{po}	Y_{ar}
$Y_{tb} =$	16697,65 USD	109,34 USD	912,50 USD	6315,57 USD	1962,00 USD	0	0
$Y_{tb} = 25997,06$				USD			

Fuente: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021
Elaborado: Ecuambiente Consulting Group, mayo 2021

11.3.2 Conclusiones

El área total a desbrozar en la fase de exploración avanzada del proyecto Tres Cerrillos – Fase de Exploración Avanzada es 7,90 ha.

De los árboles registrados en cada una de las parcelas, en 1,25 hectárea muestreadas se obtuvo 333,10 m³ de volumen de madera, al interpolar a 7,90 ha que se va a intervenir en el proyecto, corresponde a 2105,19 m³ de volumen de madera.

En función del análisis realizado se ha definido que el valor a cancelar por la valoración económica de los bienes y servicios ambientales del proyecto Tres Cerrillos – Fase de Exploración Avanzada es de **25997,06 USD**.