

Inventario de recursos forestales del área de intervención de la concesión minera no metálica en Otavalo, provincia Imbabura

Forest resources inventory from the intervention area of the non-metallic mining concession in Otavalo, Imbabura province

Xavier Germán Valencia Valenzuela ¹[0000-0002-3209-9581], Edwin Guillermo Rosero Chamorro ¹[0000-0002-2341-7277], Edison Santiago Yépez Duque ¹[0000-0002-9608-5322], Jimmy Raúl Jaramillo Vallejos ¹[0000-0003-2122-2481]

¹ Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

¹{xgvalenciav, egrosero, esyepezd, jrjaramillov}@utn.edu.ec

CITA EN APA:

Valencia Valenzuela, X. G., Rosero Chamorro, E. G., Yépez Duque, E. S., & Jaramillo Vallejos, J. R. (2023). Inventario de recursos forestales del área de intervención de la concesión minera no metálica en Otavalo, provincia Imbabura. *Tesla Revista Científica*, 3(1), e144. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i1.e144>

Recibido: 17 de noviembre 2022

Revisado: 21 nov al 20 dic 2022

Corregido: 27 de dic 2022

Aceptado: 02 de enero 2022

Publicado: 06 de enero 2023

TESLA

Revista Científica
ISSN: 2796-9320



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras.

Resumen. La Concesión Minera para minerales no metálicos tiene una superficie de 75,00 ha., obtuvo su título el 26 de abril del 2010, posee un área de intervención 24,49 ha. Se ubica en la provincia Imbabura, cantón Otavalo, parroquia San José de Quichinche. El objetivo del presente estudio fue evaluar el recurso forestal del área de intervención de la Concesión Minera no metálica en el cantón Otavalo. La metodología aplicada fue mediante un censo forestal de todos los árboles con DAP igual o mayor a 10 cm. y se registró el DAP, altura comercial y altura total; además se determinó el volumen total, el área basal y se describió la estructura horizontal y vertical de los árboles. Los resultados muestran un área basal de 1,75 m²/ha., un volumen total de 497,02 m³ de madera en pie, el cual corresponde a 20,29 m³/ha., se registró 1.567 individuos, que equivale a 64 árboles/ha., siendo el eucalipto la especie que presentó el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) con 171,14%. Las especies registradas en el área son: eucalipto (*Eucalyptus globulus*), aliso (*Alnus acuminata*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), ciprés (*Cupressus lusitánica*) y acacia (*Acacia melanoxylon*). En conclusión, el área de intervención presenta una cobertura de árboles plantados de edades diferentes, por lo que no aplica ningún valor económico por concepto de aportes totales por bienes y servicios de la biodiversidad; el eucalipto es la especie forestal más dominante y con el mayor IVI del área.

Palabras Clave: censo forestal; concesión minera; IVI; especies.

Abstract: The Mining Concession for non-metallic minerals has an area of 75.00 ha. It obtained its title on April 26, 2010; it has an intervention area of 24.49 ha. It is located in the Imbabura province, Otavalo canton, San José de Quichinche parish. The objective of this study was to evaluate the forest resource of the intervention area of the non-metallic Mining Concession in the Otavalo canton. The methodology applied was through a forest census of all trees with DBH equal to or greater than 10 cm. and DBH, commercial height and total height were recorded; In addition, the total volume and basal area were determined, and the horizontal and vertical structure of the trees was described. The results show a basal area of 1.75 m²/ha., a total volume of 497.02 m³ of standing wood, which corresponds to 20.29 m³/ha., 1,567 individuals were registered, which is equivalent to 64 trees. /ha., with eucalyptus being the species that presented the highest Importance Value Index (IVI) with 171.14%. The species recorded in the area are: eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), alder (*Alnus acuminata*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), cypress (*Cupressus lusitánica*) and acacia (*Acacia melanoxylon*). In conclusion, the intervention area has a coverage of planted trees and with different ages, so no economic value is applied for total contributions for biodiversity goods and services; eucalyptus is the most dominant forest species and with the highest IVI in the area.

Keywords: forest census; mining concession; IVI; species.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio evalúa el recurso forestal del área de intervención de la Concesión Minera no metálica, ubicada en la provincia Imbabura; cantón Otavalo, parroquia San José de Quichinche, y así, conocer su comportamiento y distribución de los individuos dentro del área de intervención, también indica el volumen total y promedio por hectárea de los árboles, y muestra la especie forestal con el mayor Índice de Valor de Importancia (IVI). Esta información es necesaria para manejar adecuadamente el bosque plantado dentro de la Concesión Minera, además los bosques naturales o plantados se relacionan directamente con la diversidad arbórea, la estructura horizontal y vertical; a través de la determinación de algunos parámetros como son: el IVI, la Posición sociología (Ps) y el Valor de cobertura (Vc) de los árboles.

Para el análisis de la problemática es necesario conocer sus causas, la principal está en relación con la escasa información sobre diversidad arbórea y estructura de bosques nativos, plantaciones forestales y árboles plantados. Según Kimmins (1997), la estructura de un bosque se refiere a como los árboles se organizan dentro de un determinado espacio; por lo que Gadow y Hui (1999) reflexionan sobre la distribución y variación de las medidas que posee cada individuo; entendiendo que la distribución de especies forestales están definidas por la regeneración natural o sucesión, el desarrollo del área y grado de intervención silvicultural al que han sido sometidos; en cambio que la variación de medidas se refiere al tamaño de los árboles y que pueden ser evaluados mediante el registro de altura total y del diámetro a la altura del pecho “DAP” (Del Río et al., 2003). Según Palacios W. (2011), la diversidad es la cantidad de individuos, más la abundancia de especies. Campo y Duval (2014) expresan que la estructura del bosque se refiere a la organización que este presenta, tomando en cuenta la distribución, asociación y forma de diferentes individuos.

La Organización Internacional de Maderas Tropicales (2010) cita a Melo (1997), al definir que el Índice de Valor de Importancia (IVI), expresa el grado de importancia ecológica que posee una especie dentro del bosque, a través de la sumatoria de tres parámetros: abundancia, dominancia, y frecuencia; Lamprecht (1990) expone que el IVI define el peso ecológico de las especies forestales dentro de las comunidades vegetales. Corral et al. (2005), mencionan que los estudios sobre estructura de bosques manejados expresan que es un indicador adecuado de la diversidad, y mediante intervenciones silvícolas, esta estructura se va modificando; es así, que todos los aspectos sobre el estudio y evaluación de estructura arbórea, son importantes, ya que garantizan la sostenibilidad del bosque a través de un buen manejo y conservación (Castellanos et al., 2008).

En el área de intervención de la Concesión Minera no metálica, se identificó árboles plantados en forma dispersa de cinco especies, por lo que se aplicó un censo forestal para el registro de todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm., como lo estable

el Texto Unificado de Legislación secundaria de Medio Ambiente (TULSMA), en el capítulo de Inventario de Recursos Forestales (Presidencia del Ecuador, 2003).

Este estudio se realizó con el fin de determinar la diversidad arbórea y distribución de los árboles en el área de intervención de la Concesión Minera no metálica, también se determinó el área basal, volumen total y volumen comercial, además, se identificó la especie forestal mayor Índice de Valor de Importancia y abundante del área. Además, se determinó la valoración económica del recurso forestal, aplicando el A.M. 076, e inscrito en el Registro Oficial N° 476, con fecha 14 de agosto del 2012 (Ministerio del Ambiente, 2012a); también se empleó el A.M. 134, e inscrito en el Registro Oficial N° 812, con fecha 18 de octubre del 2012 (Ministerio del Ambiente, 2012b).

Es importante señalar, que el presidente del Ecuador con el fin de garantizar y prevenir el daño ambiental y la recuperación de áreas degradadas, a través del Decreto Ejecutivo 286, con fecha 03 de abril del 2014, e inscrito en el Registro Oficial Nro. 231, con fecha 23 de abril de 2014, Decretó: “Transferir al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP); actualmente Ministerio de Agricultura (MAG), todas las competencias de regulación de plantaciones forestales y manejo sostenible, con fines comerciales”, establecido en la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, que lo venía ejecutando hasta la actualidad el Ministerio del Ambiente (Presidencia del Ecuador, 2014).

La presente investigación contribuye con información relevante, relacionada al volumen total, volumen comercial, estructura horizontal, estructura vertical, abundancia, dominancia, diversidad arbórea, e Índice de Valor de Importancia de las especies forestales que se encuentran dispersas en el área de intervención de la Concesión Minera no metálica en la parroquia San José de Quichinche y debe utilizarse para tomar decisiones que vaya de acorde al Manejo forestal sostenible y mejoren la productividad de los árboles.

2. METODOLOGÍA O MATERIALES Y METODOS

La Concesión Minera no metálica se ubica en la parroquia San José de Quichinche, Cantón Otavalo, Provincia Imbabura, el título le fue otorgado por el Ministerio de Recursos Naturales no Renovables el 26 de abril del 2010, con una superficie de 75,00 ha. (Ministerio de Recursos Naturales no Renovables, 2010). Según el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental, una parte del área de estudio posee un ecosistema “Arbustal Siempre Verde Montano” y otra parte se encuentra “sin cobertura” (Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2022).

La Concesión Minera no metálica, no intersecta con el Patrimonio Forestal del Estado, ni con Bosques Protectores, ni con Áreas Protegidas; según el documento 0270-2009-DNPCA-MAE; del 12 de mayo del 2009, emitido por la Dirección Nacional de Prevención de Contaminación Ambiental del MAE, que otorga el certificado de intersección (Ministerio del Ambiente, 2009). Según CANTYVOL S.A. (2019) la Concesión Minera se encuentra en la fase de explotación de “puzolana”,

con la finalidad de abastecer permanentemente a las fábricas cementeras, para ello utiliza tecnologías adecuadas y amigables con el ambiente.

Durante la fase de reconocimiento del área de Intervención de la Concesión Minera no metálica, se observó cinco especies forestales, con características que los definen como árboles plantados, y algunos dispersos por toda el área y otros formando hileras. Según el Ministerio del Ambiente (2004), los árboles plantados y plantaciones forestales no consideran el pago de pie de monte para obtener la licencia de aprovechamiento forestal. las especies registradas corresponden a: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Acacia (*Acacia melanoxylon*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Aliso (*Alnus acuminata*) y Ciprés (*Cupressus lusitánica*). así se procedió con la planificación del censo forestal (Inventario Forestal al 100%), como el método más adecuado y se registró el DAP igual o superior a 10 cm de todos los individuos, la especie de cada individuo, altura total y altura comercial; además se delimitó el área de intervención mediante el registro de coordenadas X, Y. El censo forestal se realizó dentro del área de afectación de la Concesión Minera no metálica, cuya superficie fue 24,49 hectáreas.

La información obtenida del censo forestal fue procesada mediante aplicación de fórmulas para el cálculo del volumen, las cuales se encuentran en los Acuerdos Ministeriales emitidos por el Ministerio del Ambiente.

Área Basal:

$$AB = \pi * (D^2 / 4)$$

Dónde:

D = DAP (Diámetro a la altura del pecho).

$\pi = 3.1416$

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015)

Volumen:

$$V_c = (D^2 \times \pi \times H_c \times f) / 4 \quad V_t = (D^2 \times \pi \times H_t \times f) / 4$$

Dónde:

V_c = Volumen Comercial

V_t = Volumen Total

D = DAP (Diámetro a la altura del pecho).

$\pi = 3,1416$

H_c = Altura comercial

H_t = Altura total

f = Factor de forma (0,7)

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2010)

Para determinar la abundancia absoluta, abundancia relativa, dominancia absoluta y dominancia relativa, se utilizó las fórmulas aplicadas por Lamprecht (1990), citadas por Cueva (2015).

$Aa = \frac{N(i)}{A}$	$Ar(\%) = \frac{Aa(i)}{\sum Aa} * 100$
$Da = \sum AB(i)$	$Dr(\%) = \frac{Da(i)}{ABt} * 100$

Dónde:

- Aa = Abundancia absoluta
 N = Número de individuos
 (i) = Especie (i)
 A = Unidad de área
 Ar (%) = Abundancia relativa
 $\sum Aa$ = Sumatoria de abundancias absolutas
 Da = Dominancia absoluta
 $\sum AB$ = Sumatoria del Área Basal
 Dr (%) = Dominancia relativa
 ABt = Área Basal total

El Índice de Valor de Importancia (IVI), se determinó a través de la sumatoria de abundancia y dominancia, al tratarse de un censo forestal al 100%. Se aplicó la siguiente ecuación:

$$IVI = (AR + DR)/2$$

Donde:

- IVI = Índice de Valor de Importancia
 AR = Abundancia relativa
 DR = Dominancia relativa
 Fuente: (Curtis y McIntosh, 1951)

La estructura vertical de los árboles plantados se determinó con la metodología aplicada por Finol (1971), la altura total de los árboles se dividió en tres estratos, de acuerdo con la tabla 1: estrato superior, estrato medio y estrato inferior. Se determinó la Posición sociológica de las especies forestales.

Tabla 1.

División de los estratos del perfil vertical de los árboles plantados

ESTRATO	DESCRIPCIÓN
Estrato superior	(altura > 2/3 de la altura superior del vuelo)
Estrato medio	(altura entre < 2/3 > a 1/3 de la altura superior del vuelo)
Estrato inferior	(altura < 1/3 de la altura superior del vuelo).

El Valor fitosociológico de cada estrato se determinó según lo expuesto por Finol (1971), dividiendo el número de árboles del primer estrato para el total de árboles

$$VF = \frac{N^{\circ} \text{ árboles del estrato } i}{\sum N^{\circ} \text{ árboles de los estratos}}$$

$$VF(\%) = \frac{N^{\circ} \text{ árboles del estrato } i}{\sum N^{\circ} \text{ árboles de los estratos}} * 100$$

La Posición fitosociológica de las especies forestales fue determinado según lo expuesto por Finol (1976), sumando los valores fitosociológicos en cada estrato.

$$PSa = (VF(i) * n(i)) + (VF(m) * n(m)) + (VF(s) * n(s))$$

$$Psr = \frac{PSa}{\sum PSa} * 100(\%)$$

Donde:

PSa = Posición sociológica absoluta

VF = Valor fitosociológico del sub-estrato

n = Número de individuos de cada especie

PSr = Posición sociológica relativa

i: inferior; m: medio; s: superior

3.1. Estructura horizontal

Clases diamétricas

En la tabla 2 se aprecia el registró de 1.567 árboles en total y fueron distribuídos en seis clases diamétricas de un rango de 10 cm. Se observa que la mayor cantidad de individuos se encuentran en el rango diamétrico entre 10 y 20 cm con 1.180 individuos, seguido del rango diamétrico de 20,01 a 30 cm con 274 individuos; de 30,01 a 40 cm con 85 individuos; de 40,01 a 50 cm con 22 individuos; de 50,01 a 60 cm con 4 individuos y mayor a 60,01 cm con 2 individuos.

Tabla 1.

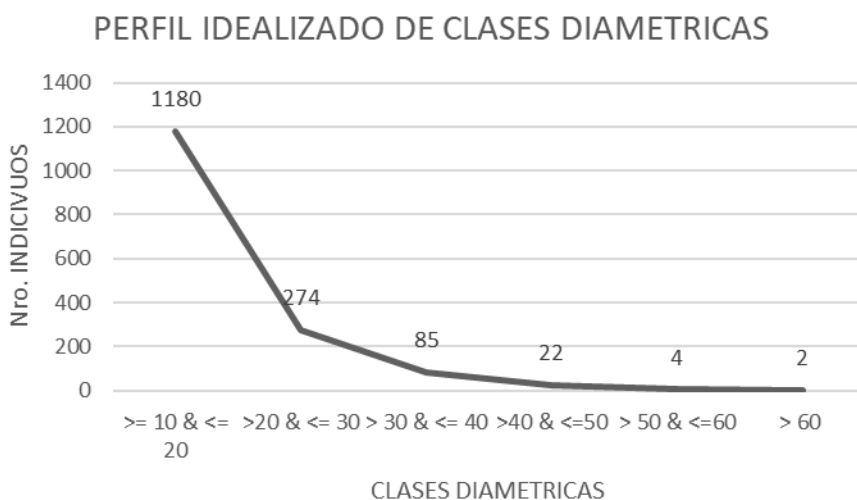
Individuos registrados por clase diamétrica

RANGO (cm)	>= 10 & <= 20	>20 & <= 30	> 30 & <= 40	>40 & <=50	> 50 & <=60	> 60	total
Nro. Individuos	1.180	274	85	22	4	2	1.567

En la figura 1 se muestra el perfil idealizado entre el número de individuos y las clases diamétricas y se observa que se forma de una (J) invertida, típico en árboles plantados discetáneos y sin manejo, esto significa que la mayor cantidad de individuos posee un menor diámetro y que van disminuyendo gradualmente a medida que las clases diamétricas aumentan el rango.

Figura 1.

Perfil idealizado de clases diamétricas



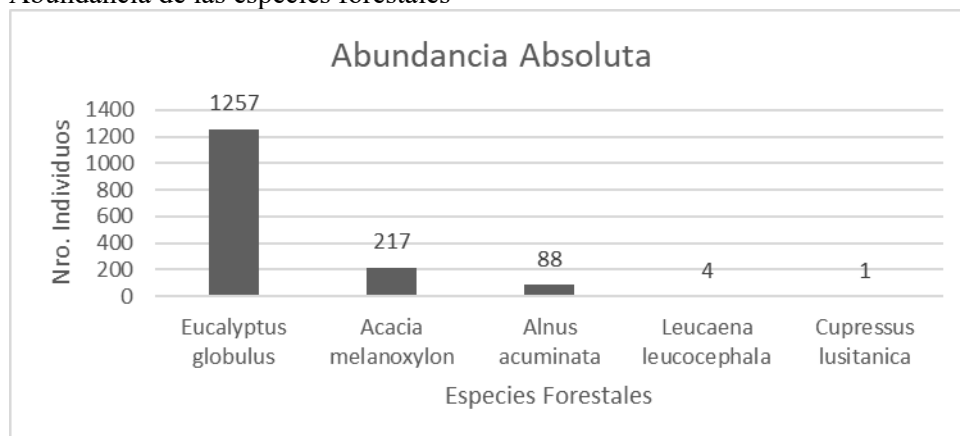
El presente estudio muestra una jota (J) invertida en la figura del perfil idealizado de clases diamétricas, muy similar a la investigación realizada por Valencia Valenzuela et al. (2012), que obtuvieron una jota (J) invertida en la figura del perfil idealizado de clase diamétricas en un estudio realizado mediante un inventario forestal de una plantación ubicada en la parroquia San José de Quichinche, cantón Otavalo. La jota (J) invertida es común observar en diferentes estudios, ya que siempre existen mayor cantidad de individuos en clases diamétricas menores.

Densidad (Abundancia absoluta)

En la figura 2 se presenta el total de individuos registrados en el área de intervención con 1.567, el cual corresponde a una densidad de 64 árboles por hectárea. Se registró cinco especies forestales, siendo el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) la especie con el mayor número de individuos con 1.257, seguida por acacia (*Acacia melanoxylon*) con 217 individuos, luego aliso (*Alnus acuminata*) con 88 individuos, después leucaena (*Leucaena leucocephala*) con 4 individuos y por último el ciprés (*Cupressus lusitánica*) con 1 individuo.

Figura 2.

Abundancia de las especies forestales



Los 64 árboles por hectárea registrados en este estudio es muy inferior a lo obtenido por Valencia Valenzuela et al. (2012), que obtuvieron una densidad de 279 árboles/ha., datos que fueron registrados mediante un inventario forestal de una plantación ubicada en la parroquia San José de Quichinche, cantón Otavalo. La diferencia se debe principalmente a que en el presente estudio los árboles se encuentran plantados en forma dispersa en toda el área de intervención, mientras que el estudio con el cual se compara es una plantación muy densa y consolidada.

Dominancia

En la tabla 3 se muestra la dominancia de cada especie en el área de estudio, y se obtuvo un área basal total de 42,81 m², con un promedio por hectárea de 1,75 m²/ha. La especie forestal con mayor dominancia dentro del área de intervención fue el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con 38,93 m²; con un promedio por hectárea de 1,59 m²/ha.

Tabla 2.

Dominancia de las especies forestales (Área Basal/ha)

Especie	Dominancia Absoluta (AB) m ²	Dominancia Absoluta (AB/ha) m ² /ha
<i>Eucalyptus globulus</i>	38,93	1,59
<i>Acacia melanoxylon</i>	2,85	0,12
<i>Alnus acuminata</i>	0,96	0,04
<i>Leucaena leucocephala</i>	0,04	0,00
<i>Cupressus lusitánica</i>	0,03	0,00
TOTAL	42,81	1,75

El área basal en el presente estudio es muy inferior a lo obtenido por Valencia Valenzuela et al. (2012), que obtuvieron un área basal de 15,28 m²/ha., en plantaciones forestales y con el DAP \geq 10 cm, en un inventario forestal realizado en enero del 2022 en la parroquia San José de Quichinche, cantón Otavalo.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

En la tabla 4 se aprecia el Índice de Valor de Importancia de las especies forestales registradas en el censo forestal del área de intervención de la Concesión Minera no metálica, en la parroquia San José de Quichinche. El eucalipto (*Eucalyptus globulus*) presentó el mayor IVI con 171,14%; seguida de acacia (*Acacia melanoxylon*) con un IVI de 20,50%, después aliso (*Alnus acuminata*) con un IVI de 7,87%; posteriormente leucaena (*Leucaena leucocephala*) con un IVI de 0,36%; y por último el ciprés (*Cupressus lusitánica*) que mostró un IVI de 0,13%.

Tabla 3.

Cálculo del Índice de Valor de Importancia IVI.

Familia	Especie	Nombre Común	AAB (m ²)	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	IVI 200%	Valor de Cobertura (%)
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	38,93	1257	80,22	90,92	171,1	85,57
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	0,04	4	0,26	0,10	0,36	0,18
FABACEAE	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia	2,85	217	13,85	6,65	20,50	10,25
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	0,96	88	5,62	2,25	7,87	3,93
CUPRESSACEAE	<i>Cupressus lusitánica</i>	Ciprés	0,03	1	0,06	0,07	0,13	0,07
TOTAL			42,81	1567	100,00	100,00	200,0	100,00

Se interpreta que el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), es la especie forestal con mayor importancia ecológica dentro del área de intervención, ya que presenta el mayor Índice de Valor de Importancia, esta especie se encuentra plantada en forma dispersa en los alrededores del área de intervención, además no ha sido sometida a actividades silvícolas como podas, pero lo importante es que provee de productos no maderables (leña) a los comuneros del sector.

El IVI obtenido en este estudio de 171,14% para la especie forestal eucalipto, es similar a lo que obtuvieron Valencia Valenzuela et al. (2012) con un IVI de 247,11% para la misma especie, en un inventario forestal realizado en una plantación ubicada en la parroquia San José de Quichinche, cantón Otavalo. La similitud del IVI puede deberse a que en la parroquia San José de Quichinche

existe la cultura general de realizar plantaciones forestales de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), por lo que esta especie es muy abundante en la zona.

3.2. Estructura vertical

Los individuos fueron clasificados en tres estratos, de acuerdo con la altura total

- Estrato superior (Piso superior: > 20,00 m).
- Estrato medio (Piso medio: >10,00 m y <=20,00 m).
- Estrato inferior (Piso inferior: <= 10,00 m).

La estructura vertical en altura total de los árboles se observa en la tabla 5 y figura 3, donde presenta el estrato superior (> 20m) que pertenece al dosel superior con 153 individuos; luego un segundo estrato medio (> 10m y ≤ 20m) está conformado por 592 individuos que alcanzan el dosel medio, después tenemos un tercer estrato (< 10m) que mostró una concentración alta con 822 individuos en el dosel inferior. De esta manera se puede concluir que la mayor cantidad de árboles son jóvenes y se concentran en el dosel inferior.

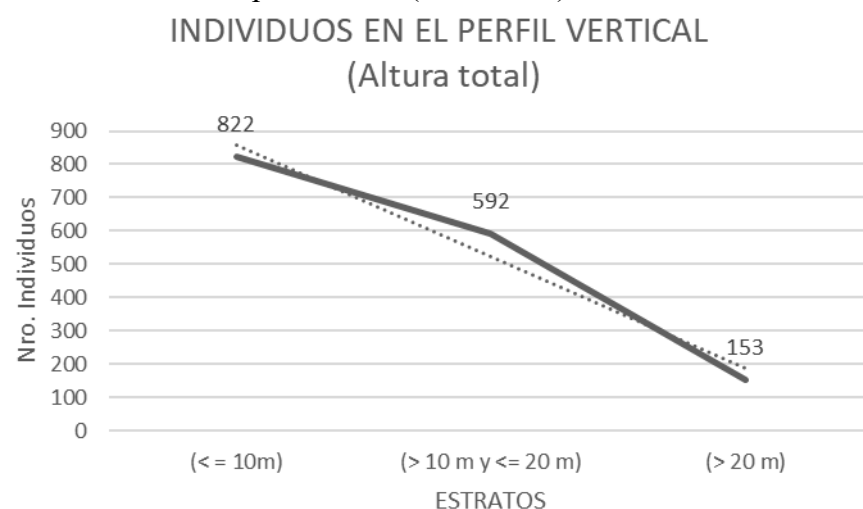
Tabla 4.

Estructura vertical por estratos (altura total)

	Estrato Inferior	Estrato Medio	Estrato Superior
Rango de Altura Comercial (m)	(<= 10m)	(> 10 m y <= 20 m)	(> 20 m)
Nro. Individuos	822	592	153

Figura 3.

Estructura vertical por estratos (altura total)



La presente investigación muestra una línea de tendencia descendente, muy similar a lo obtenido por Valencia Valenzuela et al. (2012), que obtuvieron una línea de tendencia descendente, en un estudio realizado mediante un inventario forestal de una plantación ubicada en la parroquia San José de Quichinche, cantón Otavalo.

Posición Sociológica (Ps)

En la tabla 6 se observa la Posición sociológica de las especies respecto a la altura total, dentro del área de intervención de la Concesión Minera no metálica, y se obtuvo el mayor porcentaje con 75,75% para eucalipto (*Eucalyptus globulus*); esto muestra que la especie se encuentra de manera

regular en todos los estratos verticales del área plantada (inferior, medio y superior), es así, que asegura su permanencia dentro del sitio estudiado.

Las especies forestales con menor Posición sociológica y que presentan porcentajes bajos son: acacia (*Acacia melanoxylon*), aliso (*Alnus acuminata*), leucaena (*Leucaena leucocephala*) y ciprés (*Cupressus lusitánica*); con 16,99%; 6,89%; 0,31 y 0,06% respectivamente, esto señala que su presencia es irregular dentro del área estudiada y no tienen representación dentro del perfil vertical de los árboles plantados, además al estar presentes solo en el estrato vertical inferior, indica que son árboles jóvenes y que se encuentran en proceso de crecimiento.

Tabla 5.

Posición sociológica de especies forestales (altura total)

Especies	ESTRATO - PERFIL VERTICAL						PSA	PSR (%)	N° árboles total
	INFERIOR		MEDIO		SUPERIOR				
	N° árboles	Vfi	N° árboles	VFm	N° árboles	VFs			
Eucalipto	514	0,52	590	0,38	153	0,10	507,46	75,75	1257
Acacia	217	0,52	0	0,38	0	0,10	113,83	16,99	217
Aliso	88	0,52	0	0,38	0	0,10	46,16	6,89	88
Leucaena	4	0,52	0	0,38	0	0,10	2,10	0,31	4
Ciprés	0	0,52	1	0,38	0	0,10	0,38	0,06	1
TOTAL							669,93	100,00	1567

La Posición sociología relativa que ocupa el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la presente investigación es del 75,75%; valor muy similar a lo obtenido por Valencia Valenzuela et al. (2012), que obtuvieron una Posición sociología relativa de 83,97% para la misma especie, en un estudio realizado mediante un inventario forestal de una plantación ubicada en la parroquia San José de Quichinche, cantón Otavalo.

Perfil idealizado de altura total promedio

En la tabla 7 y figura 4, se observa el Perfil Idealizado de la altura total promedio de las especies forestales en el área de estudio. El ciprés (*Cupressus lusitánica*) y el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) presentaron la mayor altura promedio con 14,00 m. y 13,58 m. respectivamente; seguido de leucaena (*Leucaena leucocephala*) con 7,25 m; posteriormente acacia (*Acacia melanoxylon*) con 5,56 m; y por último aliso (*Alnus acuminata*) con 5,32 m; siendo el eucalipto la especie con mayor presencia y dominancia en el perfil vertical del bosque, al situarse en el estrato superior.

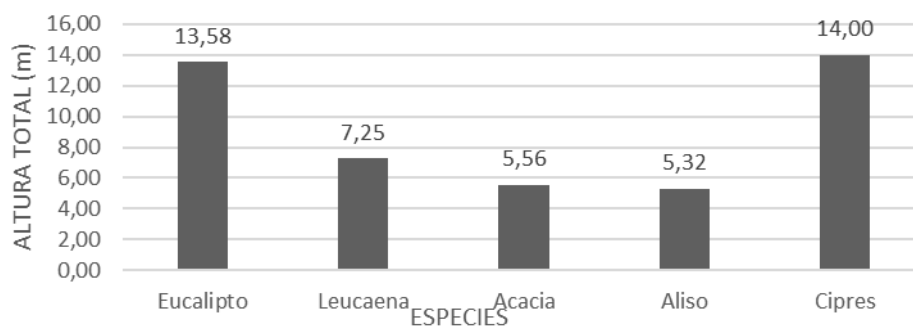
Tabla 6.

Altura Total promedio y abundancia absoluta

Nro.	Especie	Suma de altura total	Abundancia absoluta	Altura total promedio
1	Ciprés	14	1	14,00
2	Eucalipto	17065	1257	13,58
3	Leucaena	29	4	7,25
4	Acacia	1207	217	5,56
5	Aliso	468	88	5,32

Figura 4.

Altura total promedio de las especies en el área de intervención.



La presente investigación muestra el perfil idealizado de la altura promedio de cinco especies forestales, el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) tuvo un promedio en altura total de 13,58 m; valor similar al obtenido por Valencia Valenzuela et al. (2012) con un promedio en altura total de 15,92 m en la misma especie, en un estudio realizado mediante un inventario forestal de una plantación ubicada en la parroquia San José de Quichinche, cantón Otavalo.

Resultados del Censo Forestal

En la tabla 8 se muestra el volumen total con 497,02 m³; el volumen comercial con 402,86 m³; el área basal total con 42,81 m² y el total de individuos registrados dentro del área de intervención fueron 1.567 árboles. Estos resultados extrapolados a la hectárea se obtiene un volumen total de 20,29 m³/ha; volumen comercial 16,45 m³/ha; área basal 1,75 m²/ha., y 64 individuos por hectárea.

Tabla 7. Resultados del Inventario Forestal.

Familia	Especie	Nombre Común	ÁREA DE INTERVENCIÓN				PONDERADOS A LA HECTÁREA			
			Nro. Ind.	Área Basal (m ²)	Volumen Comercial (m ³)	Volumen Total (m ³)	Nro. Ind. / ha	Área Basal (m ² /ha)	Volumen Comercial (m ³ /ha)	Volumen Total (m ³ /ha)
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	1257	38,93	390,20	481,32	51,33	1,59	15,93	19,65
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	4	0,04	0,13	0,22	0,16	0,00	0,01	0,01
FABACEAE	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia	217	2,85	9,46	11,57	8,86	0,12	0,39	0,47
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	88	0,96	2,87	3,62	3,59	0,04	0,12	0,15
CUPRESSACEAE	<i>Cupressus lusitánica</i>	Ciprés	1	0,03	0,19	0,29	0,04	0,00	0,01	0,01
TOTAL			1567	42,81	402,86	497,02	64	1,75	16,45	20,29

Valoración ambiental económica de bienes y servicios ambientales

Con la información obtenida del censo forestal y luego de analizar las especies que han sido registradas, se determinó que la cobertura vegetal corresponde a árboles plantados dispersos en el área de intervención de la Concesión Minera, en este caso, y al no existir bosque nativo en el área, no se pudo aplicar la metodología detallada en los Acuerdos Ministeriales 076 y 143, emitidos por el Ministerio del ambiente, los cuales hacen referencia a valorar económicamente los bienes y servicios económicos de los bosques y vegetación nativa en los casos a ser removida, por ello no existe ningún valor económico a ser cancelado por concepto de los aportes totales por servicios y bienes ambientales de la biodiversidad. (Ministerio del Ambiente, 2012a; 2012b).

CONCLUSIÓN

El área de intervención de la concesión minera no metálica en el cantón Otavalo muestra una vegetación forestal con árboles plantados en forma dispersa y edades discetáneas. por lo que el valor económico de aportes totales por bienes y servicios de la biodiversidad en este caso no aplican, puesto que la valoración económica solo es aplicable para bosque nativo. La especie más dominante y con mayor Índice de Valor de Importancia es el eucalipto (*Eucalyptus globulus*). El volumen total registrado fue 497,02 m³; el volumen promedio por hectárea fue 20,29 m³/ha. y presentó un total en área basal de 42,81m².

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los Autores declaran que no existe conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Valencia Valenzuela, X. V	Rosero Chamorro I, E. G.	Jaramillo Vallejos, J. R	Yépez Duque, E. S.
Participar activamente en:				
Conceptualización		X		
Análisis formal	X			
Adquisición de fondos	X			
Investigación	X	X	X	X
Metodología	X			
Administración del proyecto			X	X
Recursos	X			
Redacción –borrador original		X	X	X
Redacción –revisión y edición	X			
La discusión de los resultados	X	X	X	X
Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.	X	X	X	X

RECONOCIMIENTO A REVISORES:

La revista reconoce el tiempo y esfuerzo del editor de sección Alex Gavilanes PhD, y de revisores anónimos que dedicaron su tiempo y esfuerzo en la evaluación y mejoramiento del presente artículo.

REFERENCIAS

Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque nacional Lihue Calel. Argentina. *Anales de Geografía*, (34), 25-42.

https://www.researchgate.net/publication/286245009_Diversidad_y_valor_de_importancia_para_la_conservacion_de_la_vegetacion_natural_Parque_Nacional_Lihue_Calel_Argentina/download

CANTYVOL S.A. (2019). Auditoría ambiental de cumplimiento del plan de manejo ambiental en la fase de explotación. Concesión Minera Cumbas (CÓD. 400980). Otavalo-Ecuador.

- Castellanos, J. F., Treviño, E. J., Aguirre, Ó. A., Jiménez, J., Musalem, M., & López, R. (2008). Estructura de bosques de pino pátula bajo manejo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Madera y Bosques*, 14(2), 51-63. doi: 10.21829/myb.2008.1421212
- Corral Rivas, J. J., Aguirre Calderón, O. A., Jiménez Pérez, J., & Corral Rivas, S. (2005). Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural del Bosque Mesófilo de Montaña "El Cielo", Tamaulipas, México. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 14(2), 217-228. [http://www.inia.es/gcontrec/pub/217-228-\(30_0S\)-Un_analisis_1162281437750.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/217-228-(30_0S)-Un_analisis_1162281437750.pdf)
- Cueva, K. (2015). Metodología de procesamiento y análisis de datos del inventario forestal nacional (IFN). Autor. http://www.infona.gov.py/application/files/3814/7405/3893/Methodologia_procesamiento_datos_IFN_PY_25_10_2015.pdf.
- Curtis, J., & McIntosh, R. (1951). An upland forest continuum in the pariré–forest border region of Wisconsin. *Ecology*, (32), 476–496. http://obsweb1.ou.edu/rice_and_penfound/1931725.pdf
- Del Río M., F. Montes, I. Cañellas, & G. Montero. (2003). Revisión: índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigación Agraria. Sistemas y recursos forestales*, 12(1), 159-176.
- Finol, U., H. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Forestal Venezolana*, 14 (21): 29-42.
- Finol, U., H. (1976). Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos. *Forestal Venezolana*, 19 (26):17-44.
- Gadow, K. & Hui, G. (1999). Modelling stand development. En K. von Gadow & G. Hui (eds.), *Modelling forest development. Forestry Science*, Vol. 57. Switzerland: Springer. doi: 10.1007/978-94-011-4816-0_3
- Kimmins, J. P. (1997). *Forest Ecology. A Foundation for Sustainable Management*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall. 611 p.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos*. GTZ. República Federal Alemana.
- Ministerio del Ambiente. (2004). Acuerdo Ministerial No. 041. Fijar el aprovechamiento de pie de monte. Publicada el 04 de junio del 2004. Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2009). Resolución No. 0270-2009-DNPCA-MAE. Certificado de intersección con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques Protectores y Patrimonio Forestal del Estado. Publicada el 12 de mayo del 2009. Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2010). Acuerdo Ministerial No. 139. Procedimientos para autorizar el aprovechamiento y corta de madera. Publicada en el *Registro Oficial No. 164*, del 5 de abril del 2010. Ecuador.
- Ministerio del Ambiente. (2012a). Acuerdo Ministerial No. 076. Reforma al artículo 96 del Libro III y artículo 17 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente sobre el inventario de recursos forestales para la ejecución de obras o proyectos. Publicada en el *Registro Oficial No. 766*, del 14 de agosto del 2012. Ecuador
- Ministerio del Ambiente. (2012b). Acuerdo Ministerial No. 134. Reforma al Acuerdo Ministerial No. 076; sobre el inventario de recursos forestales para la ejecución de obras o proyectos. Publicada en el *Registro Oficial No. 164*, del 18 de octubre del 2012. Ecuador
- Ministerio del Ambiente. (2015). Acuerdo Ministerial No. 134. Norma para el Manejo Forestal Sostenible de los Bosques Húmedos. Publicada en el *Registro Oficial No. 272*, del 23 de febrero del 2015. Ecuador.

- Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2022). Mapa interactivo del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio de Recursos Naturales no Renovables. (2010). Sustitución del título minero de la concesión para minerales no metálicos, Cumbas. Código 400980. 26 de marzo del 2010. Quito-Ecuador
- Organización Internacional de Maderas Tropicales. (2010). *Ordenamiento forestal productivo para la zona de reserva campesina del departamento de Guaviare*. San José del Guaviare - Colombia.
- Palacios, W. (2011). *Arboles del Ecuador*. Quito, Ecuador: Ediciones Copywrite.
- Presidencia del Ecuador. (2003). Decreto Ejecutivo No. 3516. Texto Unificado de Legislación secundaria de medio ambiente. Publicada en el *Registro Oficial Edición Especial* No. 2, del 31 de marzo del 2003. Ecuador.
- Presidencia del Ecuador. (2014). Decreto ejecutivo No. 286. Transferir al Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca la competencia de regulación de plantaciones forestales. 13 de abril del 2014. Quito–Ecuador.
- Valencia Valenzuela, X. G., Congo Espinosa, G. W., Jaramillo Vallejos J. R., Ipiales Acosta, F. J. & Jaramillo Paredes, J. A. (2022). Estructura y diversidad arbórea del área de intervención de la Concesión Minera en la provincia Imbabura. [Documento presentado para publicación]. Ibarra – Ecuador.