CONTRATO NO. S-CON-16-2024-X-0

“ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA SECTOR FÁTIMA-VILLAO LÍMITE PROVINCIAL, INCLUYE PUENTES EN EL CANTÓN PEDRO CARBO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.”



Kawsus

CONSULTORÍA Y ASESORÍA

CAPITULO 5

INVENTARIO FORESTAL

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO 5 1
5.1 INTRODUCCIÓN 1
5.2 OBJETIVOS 2
5.3.1 OBJETIVO GENERAL 2
5.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 2
5.3 DESCRIPCION DEL ÁREA DE ESTUDIO 2
5.3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO 2
5.3.2 DESCRPCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS 4
5.3.3 DESCRIPCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO 7
5.4 METODOLOGÍA 9
5.4.1 FASE DE CAMPO 9
5.4.2 SITIOS DE MUESTREO 9
5.4.3 ESFUERZO DE MUESTREO 14
5.4.4 MATERIALES 14
5.4.5 FASE DE OFICINA 15
5.4.6 ANÁLISIS DE DATOS 15
5.5 RESULTADOS 21
5.5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN SEGÚN SU COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD 21
5.6 CONCLUSIONES INVENTARIO FORESTAL 43
5.7 VALORACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS 43
5.7.1 METODOLOGÍA 44
5.7.2 RESULTADOS 48
5.7.3 CONCLUSIONES DE LA VALORACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS 51
5.8 BIBLIOGRAFIA 52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Proyecto. 3
Figura 2. Identificación de Ecosistemas. 5
Figura 2. Cobertura Vegetal. 8
Figura 4. Ubicación de las parcelas de monitoreo forestal. 13

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Parcelas de muestreo. 9
Ilustración 2. Guía para identificar los servicios de los ecosistemas de acuerdo con los componentes de bienestar humano. 44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de Emplazamiento del Proyecto. 2
Tabla 2. Tipos de ecosistemas presentes en el área de intervención del proyecto. 6
Tabla 4. Parcelas de muestreo forestal. 10
Tabla 4. Esfuerzo de muestreo para el levantamiento forestal. 14
Tabla 5. Hoja de campo para el registro de árboles. 14
Tabla 6. Hoja de campo para el registro de arbustos y hierbas. 15
Tabla 7. Interpretación para el Índice de Shannon. 19
Tabla 8.Interpretación para el Índice de Simpson en su Forma 1-D. 19
Tabla 9. Parámetros ecológicos del inventario forestal. 23
Tabla 10. Índice de Jaccard para las 14 unidades de muestreo. 25
Tabla 11. Parámetros dasométricos del inventario forestal. 28
Tabla 12. Resumen de inventario forestal de las parcelas temporales de muestreo. 29
Tabla 13. Análisis del inventario forestal de las parcelas temporales de muestreos. 30
Tabla 14. Sumatoria de las parcelas temporales de muestreos. 35
Tabla 15. Análisis de las especies de importancia del inventario forestal. 36
Tabla 16. Endemismo, categorías de amenaza y uso de las especies. 41
Tabla 17. Principales servicios y bienes ambientales presentes en los bosques del proyecto. 44
Tabla 18. Principales servicios y bienes ambientales presentes en los bosques del proyecto. 45
Tabla 19. Aportes por servicios ambientales por almacenamiento y secuestro de carbono. 49
Tabla 20. Aportes por bienes ambientales de productos maderables y no maderables del bosque. 50
Tabla 21. Resumen de aportes totales. 50

5.1 INTRODUCCIÓN

Los inventarios forestales son estudios efectivos para determinar la composición florística, diversidad, estructura, endemismo y etnobotánica de la vegetación. En adición, los inventarios generan información de relevancia que permiten estimar parámetros como dinámica de crecimiento, regeneración, captura y almacenamiento de carbono, regulación hidrológica y mitigación de gases de efecto invernadero. Estos servicios ecológicos en la actualidad muestran su importancia para entender los efectos de fenómenos como el cambio climático, deforestación y deterioro de ecosistemas; y así, incorporar alternativas de manejo que permitan lograr un enfoque de desarrollo y aprovechamiento sostenible.

Dentro de las normas establecidas por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, la ejecución de inventarios forestales determina las condiciones iniciales del medio biótico (estado de conservación, diversidad y salud de los ecosistemas) en donde se plantea o se estén desarrollando actividades productivas. Bajo esta perspectiva, para la realización de cualquier actividad extractiva, se considera como requisito ineludible la realización de inventarios forestales a fin de conocer la línea base de la vegetación como una aproximación a los recursos forestales.

El presente informe, determina las características de la flora, su producción, endemismo y estado de conservación en la zona de influencia directa del proyecto “Estudios y diseños definitivos de la vía sector Fátima-Villao-Límite Provincial, incluye puentes en el cantón Pedro Carbo de la provincia del Guayas” geográficamente se encuentra ubicado en la provincia del Guayas, cantón y parroquia Pedro Carbo, tiene una longitud aproximada de 22 km.

Adicionalmente, en función de la información generada por el inventario forestal e información secundaria, se identifica los principales bienes y servicios que contribuyen en la generación, tanto directa como indirecta, de los aportes económicos a las comunidades en el área de influencia. En este sentido, es posible cuantificar y obtener un precio de mercado para cada uno de esos bienes y servicios identificados. Por lo tanto, se describe también los principales bienes y servicios ecosistémicos y el impacto ambiental del proyecto al BVP, permitiendo una valoración y compensación por dicha remoción.

5.2 OBJETIVOS

5.3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar el inventario forestal y valoración de bienes y servicios ambientales del área de implementación del proyecto *"ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE LA VÍA SECTOR FÁTIMA-VILLAO LÍMITE PROVINCIAL, INCLUYE PUENTES EN EL CANTÓN PEDRO CARBO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS".*

5.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los tipos de ecosistemas, así como la cobertura vegetal y uso de la tierra acorde las fuentes oficiales vigentes del MAATE.
- Caracterizar cualitativa y cuantitativamente el recurso forestal dentro del área en la cual se ubica el proyecto, obra o actividad considerando su intersección con Patrimonio Forestal Nacional, oficialmente declarado.

5.3 DESCRIPCION DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio se encuentra geográficamente ubicada en la provincia del Guayas, cantón Pedro Carbo, parroquia Pedro Carbo tiene una longitud aproximada de 22km iniciando desde el poblado cercano Fátima hasta el poblado de Las Vegas.

Tabla 1. Coordenadas de Emplazamiento del Proyecto.

SISTEMA DE COORDENADAS UTM WGS84 17S			
Punto	**Este**	**Norte**	**Poblado**
Inicio	580261	9802389	Fátima
Fin	562585	9794729	Las Vegas

Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda. 2024.

ZONA No.: 17 S

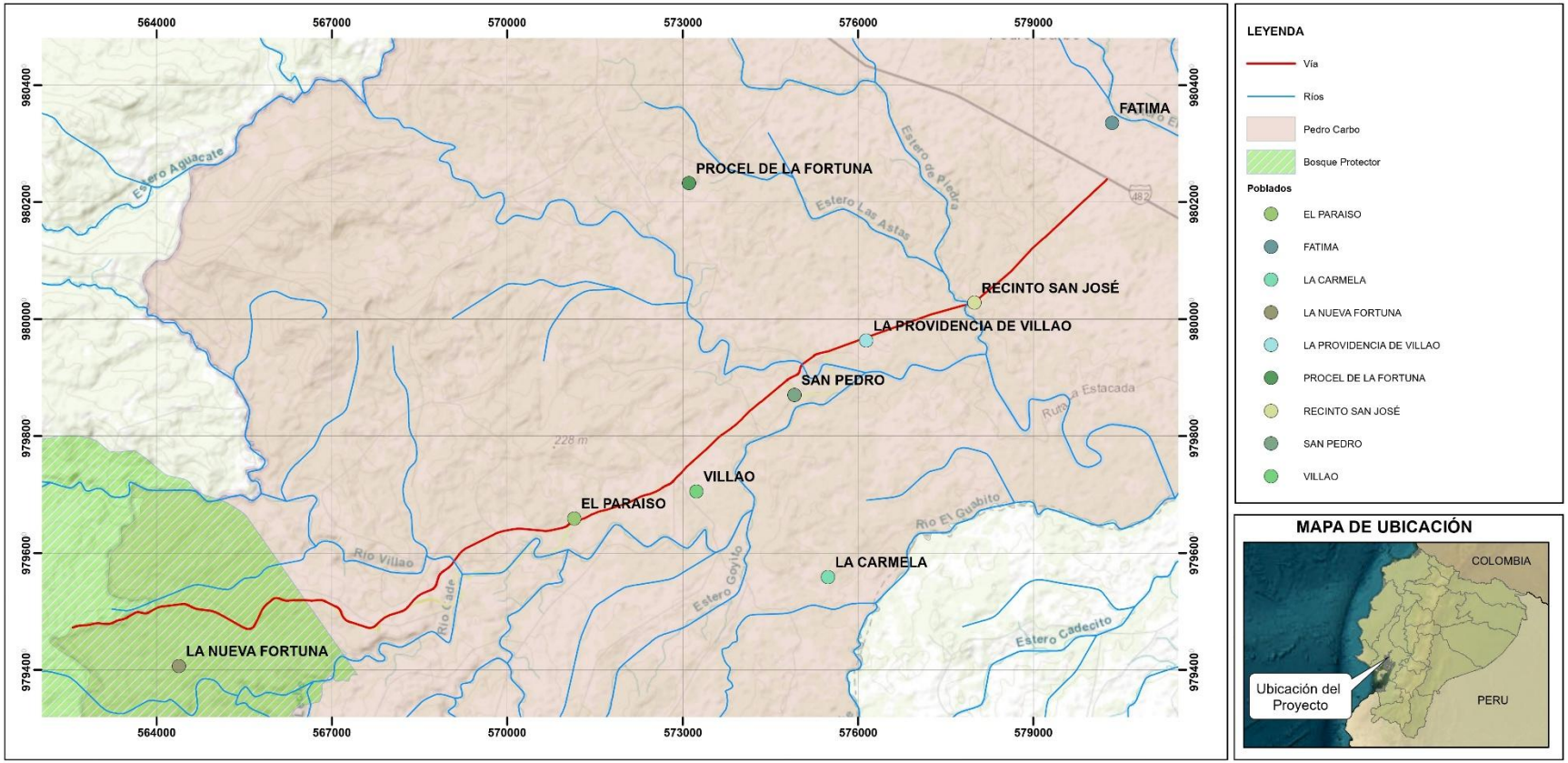


Figura 1. Ubicación del Proyecto.
Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda. 2024.

5.3.2 DESCRPCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

De acuerdo con la información levantada en campo y en complemento con lo establecido en los Sistemas de información Cartográfica se pueden evidenciar 6 tipos de Ecosistemas presentes en la Parroquia de Pedro Carbo como se muestra a continuación:

- Bosque Bajo y Arbustal Deciduo de Tierras Bajas del Jama-Zapotillo.
- Bosque Semideciduo de la Cordillera Costera del Pacifico Ecuatorial.
- Bosque Semideciduo de Tierras Bajas del Jama-Zapotillo.
- Bosque Siempreverde Estacional de Tierras Bajas del Jama-Zapotillo.
- Bosque Siempreverde Estacional Montano Bajo de la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial.
- Bosque Siempreverde Estacional Piemontano de la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial.

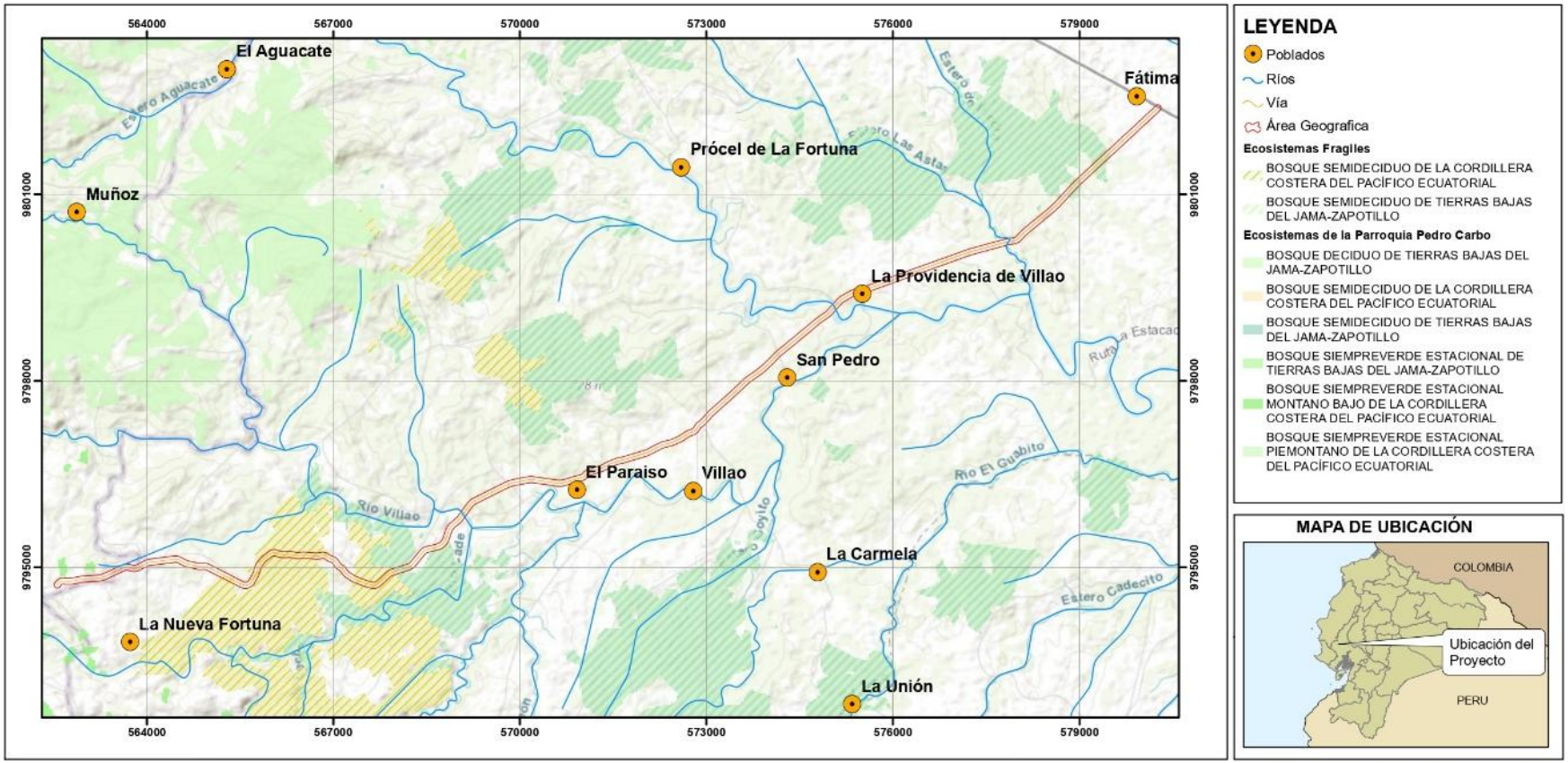


Figura 2. Identificación de Ecosistemas.
Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda. 2024.

Según la Clasificación de Ecosistemas del Ecuador (MAE, 2018), el área de influencia directa del Proyecto se encuentra dentro de las categorías de Intervención (Inter01), Bosque Semideciduo de Tierras Bajas del Jama-Zapotillo (BMTC01) y el Bosque Siempreverde Estacional Montano Bajo de la Cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BEBC01).

Tabla 2. Tipos de ecosistemas presentes en el área de intervención del proyecto.

Ecosistema	Código
Bosque Semideciduo de Tierras Bajas del Jama-Zapotillo	BmTc01
Bosque Semideciduo de la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial	BmPc01

Elaboración: Equipo Técnico Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: MAE, 2018.

A continuación, se describe los tipos de ecosistemas naturales presentes en el área de influencia del proyecto, de acuerdo con el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2018).

Bosque Semideciduo de Tierras Bajas del Jama-Zapotillo (BmTc01): Este ecosistema pertenece al piso bioclimático de Tierras bajas va desde el nivel del mar hasta los 300 metros de altitud. Bosque semideciduo con un dosel que varía de entre 20 y 25 metros de alto, con algunos árboles emergentes aislados que alcanzan los 30 metros de altura (Chinchero et al., 2013b). Se encuentra en zonas de transición entre bosque deciduo y bosque siempreverde estacional. Entre el 25 y 75 % de los elementos florísticos pierden sus hojas en la temporada con menos lluvias (Aguirre y Kvist, 2005). Registra una mayor humedad que en los bosques deciduos por lo que se observa algunas especies siempreverdes, pero en general dominan los elementos propios de los bosques deciduos de tierras bajas. La representatividad de los elementos siempreverdes y deciduos varía con la ubicación del ecosistema (Chinchero et al., 2013b).

Especies Diagnóstico: *Bactris gasipaes, Brosimum alicastrum, Bauhinia aculeata, Caesalpinia glabrata, Cecropia litoralis, Centrolobium ochroxylum, Coccoloba mollis, Cochlospermum vitifolium, Cordia alliodora, Cupania americana, Delostoma integrifolium, Erythrina smithiana, Gallesia integrifolia, Gustavia pubescens, Machaerium millei, Muntingia calabura, Pradosia montana, Pseudobombax millei, Pseudosamanea guachapele, Senna mollissima, Spondias mombin, Triplaris cumingiana, Zanthoxylum acuminatum, Guazuma ulmifolia y Pisonia aculeata.*

Bosque Semideciduo de la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial (BmPc01): Corresponde al piso bioclimático piedemonte y se encuentra desde los 200 metros sobre el nivel del mar. El bosque tiene un dosel de entre 12 a 25 metros (Josse et al., 2003); entre el 25 y 75 % de las especies vegetales pierden sus hojas en la temporada seca. Pese a presentar un clima con una época seca larga, reciben humedad adicional por la condensación de nubes y la baja insolación que se produce durante esa época del año (Valverde, 1991; Aguirre y Kvist, 2005; Josse et al., 2013b).

Especies Diagnóstico: *Brownea angustiflora, Spondias mombin, Centrolobium ochroxylum, Brosimum alicastrum, Alseis eggersii, Lonchocarpus* sp., *Ficus trigonata, Clarisia racemosa, Ficus* spp., *Pochota trinitensis (Bombacopsis trinitensis), Pseudobombax milleii, Clavija*

eggersii, Erythroxylum patens, Trichilia elegans, Gustavia pubescens, Ampelocera sp., *Acnistus arborescens, Zanthoxylum fagara, Myrcia splendens, Rauvolfia tetraphylla, Solanum confertiseriatum, Cordia sericalyx, Trichilia pleeana, Citharexylum chartaceum, Machaerium millei, Capparis ecuadorica, Inga* spp.

5.3.3 DESCRIPCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO

La cobertura terrestre abarca todos los elementos presentes en la superficie del suelo, ya sean de origen natural o antrópico. Esto incluye tanto la vegetación natural, referida como cobertura vegetal, como todas las construcciones o edificaciones destinadas a facilitar las actividades humanas para satisfacer sus necesidades, lo que se denomina de manera genérica como uso del suelo.

La cobertura vegetal del área de influencia directa corresponde a tres tipos según el MAG, 2018; Bosque nativo, vegetación arbustiva y tierra agropecuaria.

A continuación, se describe los distintos tipos de cobertura existentes en el área de implantación del proyecto.

- **Bosque**

Bosque nativo: Ecosistema arbóreo, primario o secundario, regenerado por sucesión natural; se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos.

- **Vegetación Arbustiva**

Cobertura conformada principalmente por arbustos, que son plantas leñosas de tamaño mediano que se ramifican desde la base y no alcanzan la altura de los árboles. Puede encontrarse en una amplia gama de ecosistemas, desde las tierras bajas de la región amazónica hasta las zonas montañosas de la Sierra y las áreas costeras.

- **Tierra agropecuaria**

Área bajo cultivo agrícola y pastos plantados, o que se encuentran dentro de una rotación.

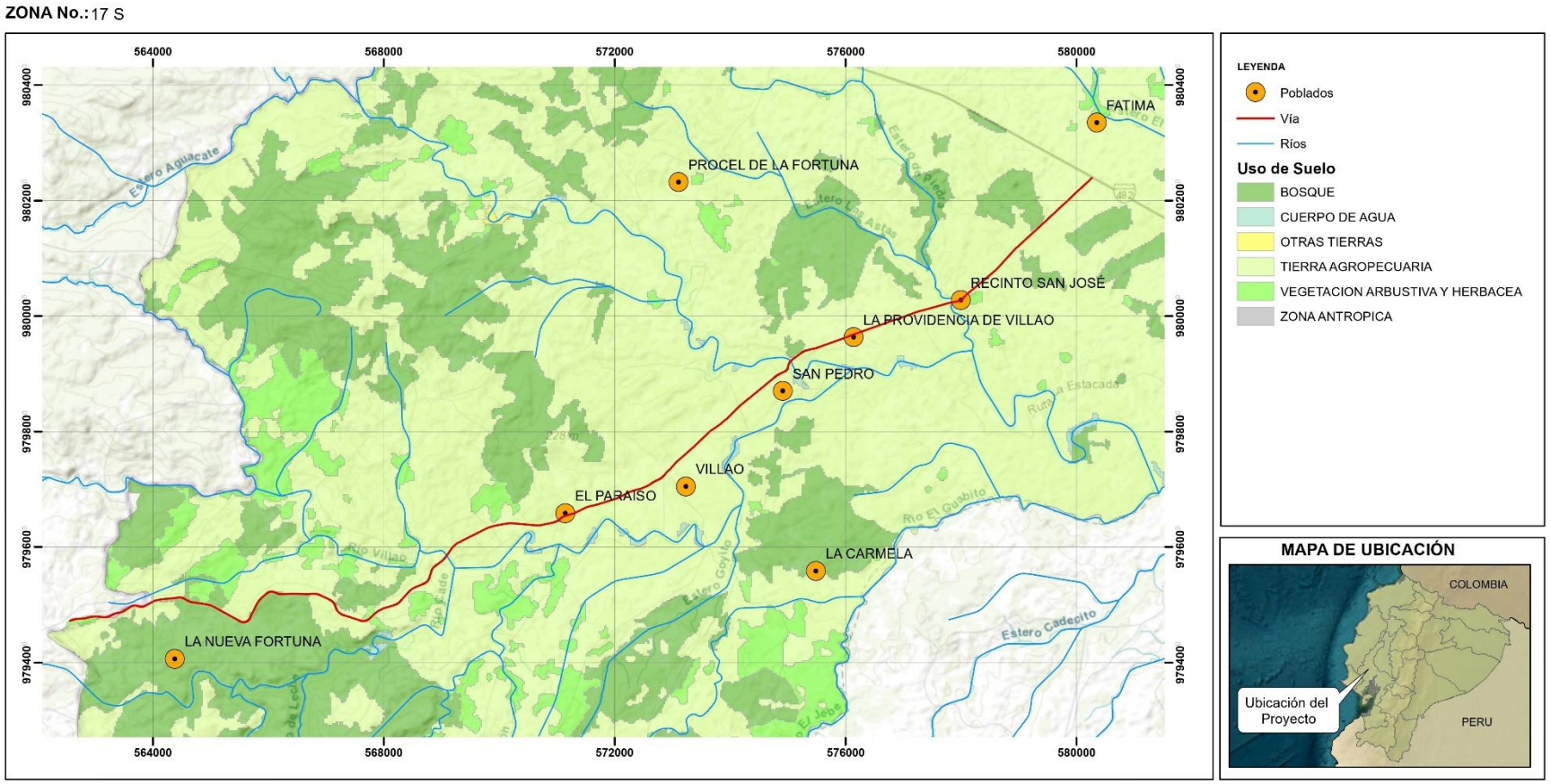


Figura 3. Cobertura Vegetal.
Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.
Fuente: MAG, 2018.

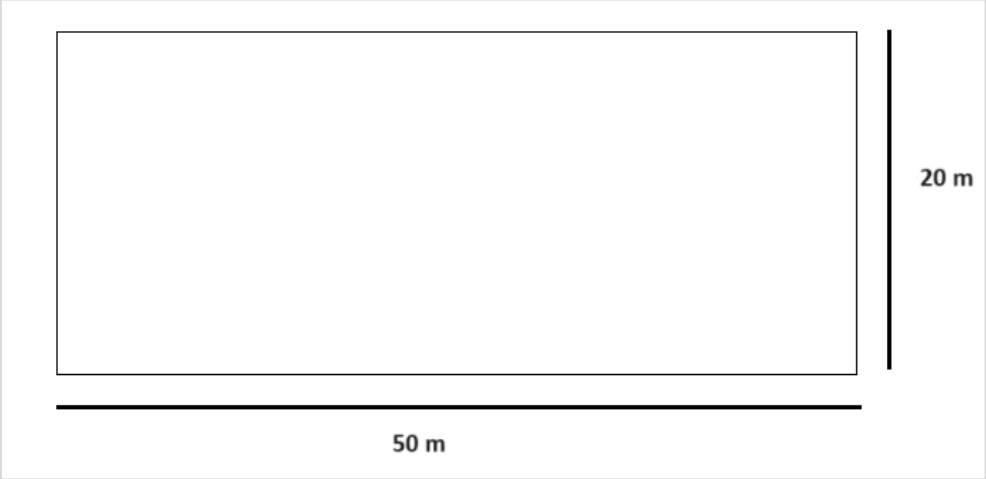
5.4 METODOLOGÍA

5.4.1 FASE DE CAMPO

Para definir el sitio de estudio se realizó un reconocimiento inicial de la zona de influencia de la concesión y con la ayuda de mapas de cobertura vegetal e imágenes satelitales se pudo establecer sitios estratégicos y de importancia para el desarrollo de la investigación.

Para el levantamiento de información de campo se instalaron parcelas temporales de muestreo de 20 x 50 m. Para Aguirre y Mendosa, (2013) estas superficies son adecuadas para el análisis de la composición florística. Finalmente, las parcelas se establecieran para muestrear árboles, cuyos individuos presenten un DAP ≥ 10cm.

Ilustración 1. Parcelas de muestreo.



Elaboración: Equipo Técnico Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Aguirre y Mendosa, 2013.

5.4.2 SITIOS DE MUESTREO

La selección de los sitios de muestreo se realizó en base a la identificación de ecosistemas o formaciones vegetales y tipos de cobertura vegetal existente, a su vez teniendo en cuenta el esfuerzo del 1% del área de influencia directa del proyecto.

Tabla 3. Parcelas de muestreo forestal.

CÓDIGO	COORDENADAS	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	ELEVACIÓN	DIMENSIONES DE LA UNIDAD MUESTREAL		SUPERFICIE
						LARGO	ANCHO	
PMF001	V1 = 579365; 9801579	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	78 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 579327; 9801546							
	V3 = 579312; 9801559							
	V4 = 579350; 9801591							
PMF002	V1 = 578209; 9800447	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	83 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 578170; 9800414							
	V3 = 578183; 9800398							
	V4 = 578222; 9800431							
PMF003	V1 = 576733; 9799872	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	76 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 576780; 9799889							
	V3 = 576786; 9799869							
	V4 = 576738; 9799852							
PMF004	V1 = 575161; 9799315	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	89 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 575126; 9799278							
	V3 = 575110; 9799292							
	V4 = 575145; 9799329							
PMF005	V1 = 573878; 9798149	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	85 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 573836; 9798121							
	V3 = 573847; 9798105							
	V4 = 573888; 9798132							
PMF006	V1 = 572393; 9796976	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	100 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 572442; 9796988							

CÓDIGO	COORDENADAS	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	ELEVACIÓN	DIMENSIONES DE LA UNIDAD MUESTREAL		SUPERFICIE
						LARGO	ANCHO	
	V3 = 572397; 9796957							
	V4 = 572445; 9796970							
PMF007	V1 = 571269; 9796593	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	108 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 571315; 9796613							
	V3 = 571306; 9796631							
	V4 = 571258; 9796611							
PMF008	V1 = 569939; 9796388	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	111 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 569988; 9796397							
	V3 = 569982; 9796417							
	V4 = 569932; 9796407							
PMF009	V1 = 568829; 9795569	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	116 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 568847; 9795616							
	V3 = 568827; 9795622							
	V4 = 568809; 9795575							
PMF010	V1 = 567784; 9794810	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	213 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 567820; 9794844							
	V3 = 567807; 9794859							
	V4 = 567771; 9794824							
PMF011	V1 = 566460; 9795175	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	259 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 566509; 9795178							
	V3 = 566507; 9795157							
	V4 = 566457; 9795154							
PMF012	V1 = 565594; 9794690	Guayas		Pedro Carbo	278 msnm	50 m	20 m	1000 m^2

CÓDIGO	COORDENADAS	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	ELEVACIÓN	DIMENSIONES DE LA UNIDAD MUESTREAL		SUPERFICIE
						LARGO	ANCHO	
	V2 = 565544; 9794695		Pedro Carbo					
	V3 = 565542; 9794674							
	V4 = 565591; 9794670							
PMF013	V1 = 564714; 9795053	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	299 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 564666; 9795067							
	V3 = 564669; 9795087							
	V4 = 564717; 9795073							
PMF014	V1 = 563206; 9794839	Guayas	Pedro Carbo	Pedro Carbo	396 msnm	50 m	20 m	1000 m^2
	V2 = 563255; 9794845							
	V3 = 563252; 9794866							
	V4 = 563202; 9794859							

Elaboración: Equipo consultor Kawsus Cía. Ltda, 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda, 2024.

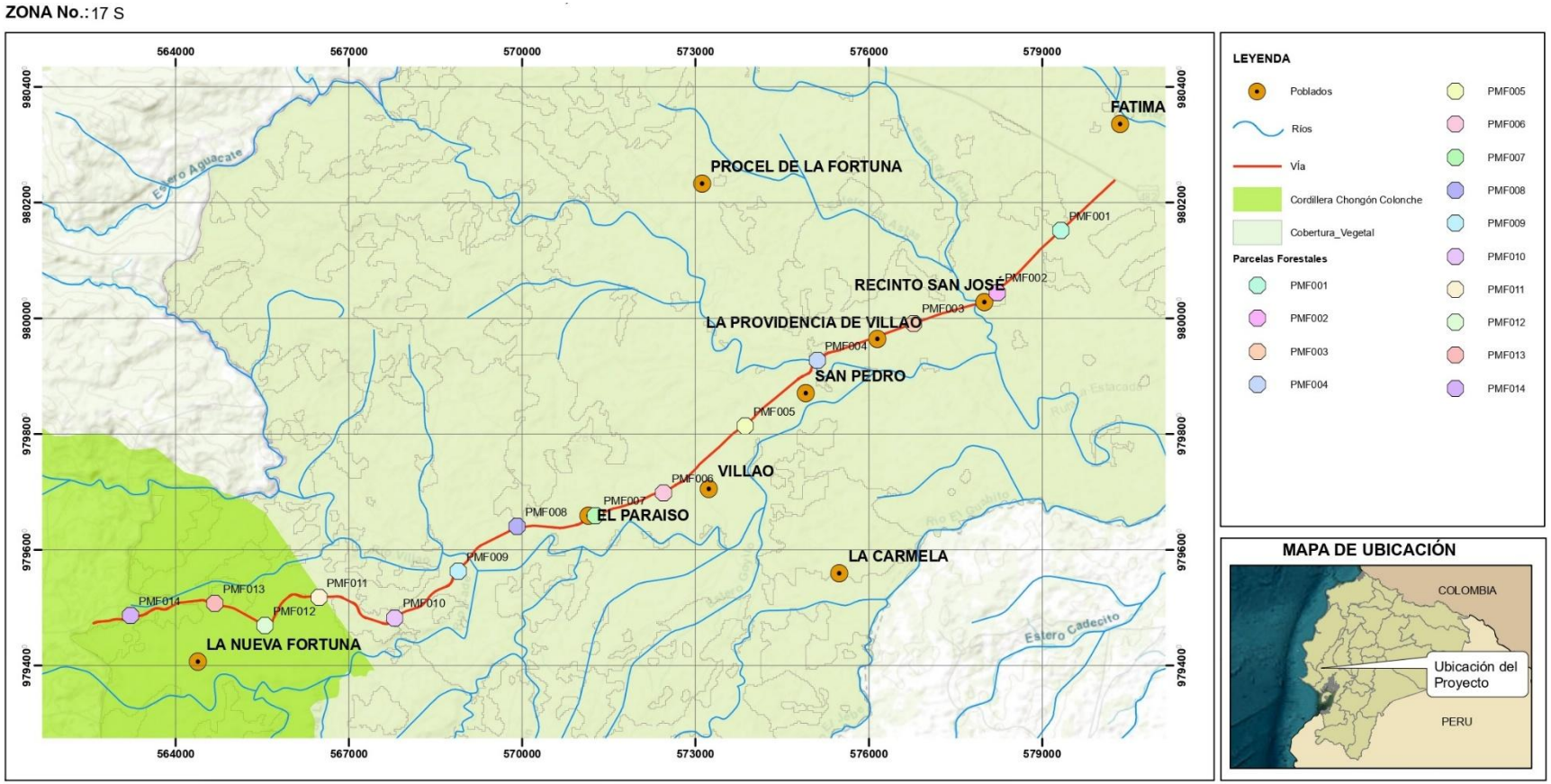


Figura 4. Ubicación de las parcelas de monitoreo forestal.

Elaboración: Equipo consultor Kawsus Cía. Ltda, 2024.

Fuente: Kawsus Cía. Ltda, 2024.

5.4.3 ESFUERZO DE MUESTREO

Tabla 4. Esfuerzo de muestreo para el levantamiento forestal.

CÓDIGO	MÉTODO	N° DE DÍAS	SUPERFICIE	TOTAL, HORAS
PMF001	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF002	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF003	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF004	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF005	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF006	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF007	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF008	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF009	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF010	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF011	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF012	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF013	Parcela	1	1000 m^2	5h
PMF014	Parcela	1	1000 m^2	5h

Elaboración: Equipo consultor Kawsus Cía. Ltda, 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda, 2024.

5.4.4 MATERIALES

- Podadora manual
- Machete
- Flexómetro de 50 metros
- Libreta de campo
- Lápiz
- Cinta de marcaje
- Cámara fotográfica
- Binoculares
- Spray color rojo
- Piola
- Libros y guías
- Software especializado
- Computadora

Para el registro de las especies de flora en la fase de campo, se usó una hoja base con todos los datos que debían ser tomados tanto para especies arbóreas como para arbustos y herbáceas.

Tabla 5. Hoja de campo para el registro de árboles.

Parcela No.				Fecha		
Cordenadas						
Familia	Nombre científico	Nombre común	CAP (cm)	Altura total (m)	Altura comercial (m)	Observaciones

Elaboración: Equipo consultor Kawsus Cía. Ltda, 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda, 2024.

Tabla 6. Hoja de campo para el registro de arbustos y hierbas.

Subparcela No.			Fecha		
Coordenadas					
Familia	Nombre científico	Nombre común	DAP (m)	Altura (m)	# de individuos

Elaboración: Equipo consultor Kawsus Cía. Ltda, 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda, 2024.

5.4.5 FASE DE OFICINA

Para la identificación taxonómica se revisará bibliografía actual, claves taxonómicas, dendrológicas, guías fotográficas, bases de datos y la información se contrasto con la ayuda de herbarios virtuales como Herbario Azuay.

Los nombres científicos se corroborarán en el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador y la base de datos de Trópicos del Missouri Botanical Garden. Las especies endémicas fueron revisadas en el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, el estado de conservación se revisará en la página de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

5.4.6 ANÁLISIS DE DATOS

Los datos tomados en campo son sistematizados y ordenados en una matriz primaria para su correspondiente análisis con los siguientes parámetros fitosociológicos.

Área basal (AB)

El área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo (Matteucci & Colma, 2002). En esta medición se considera el DAP conocido como diámetro a la altura del pecho. Para calcular este parámetro se utiliza la siguiente formula:

$$AB = \pi \frac{DAP^2}{4}$$

En donde: 3.141592= π y DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) del individuo medido.

Volumen (V) y Volumen comercial (Vt)

Este parámetro se obtiene con el área basal y la altura total del tronco del árbol. Los troncos por lo general poseen forma cónica es por ello por lo que se debe tomar en cuenta su factor de forma, aplicando la constante (0.7) para árboles de zonas tropicales, esto con el fin de obtener mayor exactitud en los cálculos (Mostacedo & Fredericksen, 2000). La fórmula por aplicar es:

$$V = AB\ (Área\ basal)\ x\ (Altura)\ x\ 0{,}7\ (Factor\ de\ forma)$$

Altura Total (Ht)

Se define como la distancia correspondiente a la distancia vertical entre el suelo y el ápice del árbol. El cálculo de la altura se basa en el uso de la trigonometría para determinar el cateto opuesto, se pueden efectuar cálculos a distancias fijas entre 15 y 20m, aunque también se pueden hacer con diferentes distancias (Mostacedo & Fredericksen, 2000; Juárez, 2014).

Se utiliza la siguiente formula:

$$h = 15m\ x\ Tan \propto + P \qquad h = 20m\ x\ \ Tan \propto + P$$

Donde:

h= altura total
Tanα= tangente de un ángulo
P= altura de la persona que realiza la medición

Altura Comercial (Hc)

Se considera desde el fuste económicamente aprovechable que corresponde a la sección entre la altura del corte y el diámetro mínimo comercial (Juárez, 2014).

Frecuencia (Fr)

Hace referencia a la probabilidad de encontrar un determinado atributo en una unidad muestral, se expresa en porcentaje (Mostacedo & Fredericksen, 2000), su fórmula es:

$$FrR = \frac{a}{A}\ x\ 100$$

Donde a: es igual al número de apariciones de una determinada especie A: es igual al número de apariciones de todas las especies.

Densidad Total (Dt)

La densidad total permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas. La densidad (D) es el número de individuos (N) en un área (A) determinada.

$$D = \frac{N}{A}$$

Densidad Relativa (Dr)

La densidad relativa es la densidad de una determinada especie y esta es proporcional al número total de individuos de esa especie en la parcela con respecto al número total de árboles de la parcela (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Su fórmula es:

$$DeR = \frac{Densidad\ de\ una\ especie\ (D)}{Densidad\ Total\ de\ la\ parcela\ (DT)}\ x\ 100$$

Dominancia (Do)

Esta medida nos ayuda a estimar la biomasa tomando en cuenta el área basal de las especies vegetales y nos indica que tanto ejerce influencia una especie en la composición y la forma de una comunidad (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Su respectiva formula se expresa así:

$$DoR = \frac{AB}{ABT}\ x\ 100$$

Dónde; el área basal de una especie (AB) es divida para el área basal de todas las especies (ABT).

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Este índice define cuales de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Se obtiene de la sumatoria de la frecuencia, densidad y dominancia (puede ser área basal o cobertura vegetal). La suma de cada uno de los parámetros mencionados debe ser igual a 100 y la suma de estos tres es 300 que sería el IVI (Mostacedo & Fredericksen, 2000; Cottam & Curtis, 1956).
Su fórmula es:

$$IVI = FR\ (Frecuencia\ relativa) + DR\ (Densidad\ relativa) + DoR\ (Dominancia\ relativa)$$

Cobertura

La cobertura ayuda a estimar la abundancia de las especies en zonas con bastante densidad, es muy usada para especies herbáceas y arbustivas (Mostacedo & Fredericksen, 2000) su fórmula es:

$$Cr = \frac{Ni}{Nt}\ x\ 100$$

Donde:
Ni = Número de registros de plantas de cierta forma de vida.
Nt = Número total de registros de todas las plantas

Riqueza

Corresponde al número de especies presentes en un determinado espacio (ecosistema, biotopo o superficie) y período de tiempo (Moreno, 2001). Para la revisión taxonómica se utilizó el Catálogo de Plantas Vasculares de Ecuador (Jogersen, P. M., & León-Yánez, S., 1999) y la base de datos Trópicos (Tropicos.org. Missouri Botanical Garden, 2022).

Abundancia (Ab)

La abundancia absoluta se refiere al número total de individuos por especie y la abundancia relativa es la proporción de individuos por especies con respecto al total (Romero & Carreño, 2015). Su fórmula es:

$$Ab = \frac{ni}{N}$$

Dónde ni: Número de individuos de la misma especie, dividido para N: Número de individuos totales en la muestra.

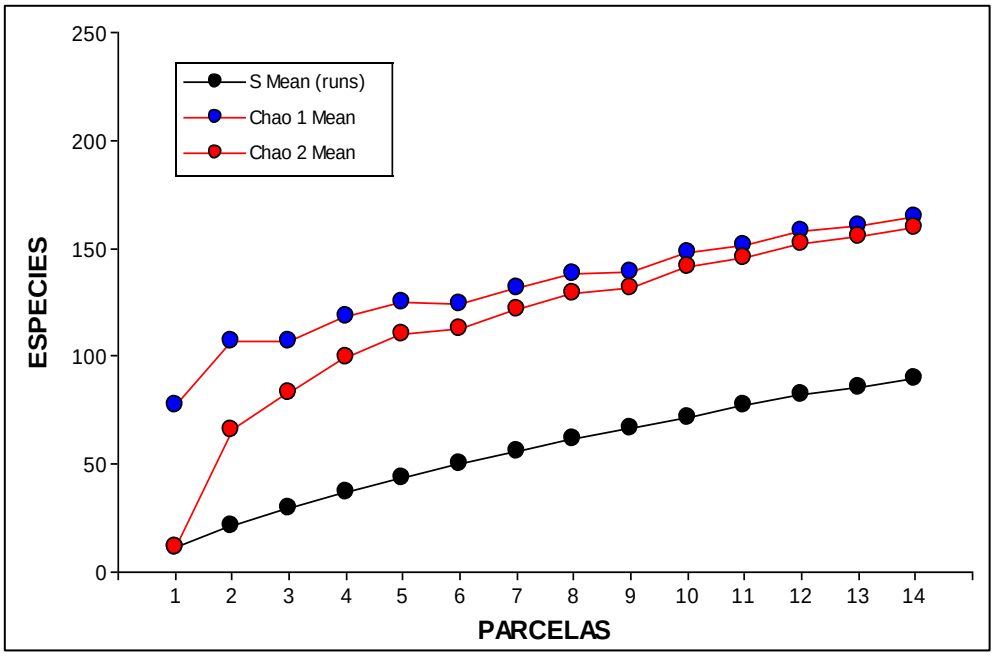
Para la abundancia relativa la misma fórmula se multiplica por 100.

Curva de acumulación de especies

Es un gráfico donde se evidenciar la representatividad de un muestreo. Esta curva es muy útil para definir el área mínima de muestreo, tomando en cuenta que se evaluará el mayor o total número de especies (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, ésta indica que la cantidad acumulada de especies se mantendrá, aunque aumente el tamaño de muestreo (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

Esta distribución de parcelas fue considerada para aplicar la curva de acumulación de especies como medida de un esfuerzo completo de muestreo (curvas con asíntotas completas). Las curvas fueron calculadas en EstimateS 9.1.0 (Colwell *et al*., 2012; Colwell et al., 2004).

Gráfica 1. Curva de acumulación de especies en las unidades experimentales.



Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

Índice Chao-1

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Humboldt, 2004).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

S es el número de especies en una muestra, a es el número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra (Magurran, 1988).

Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Este índice 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).

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, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo. Por tanto, un mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} Pi\ x\ \ln(Pi)$$

Donde:

pi = proporción de individuos del total de la muestra que corresponde a la especie i. Se obtiene dividiendo ni/N.
ni = número de individuos en el sistema correspondientes a la especie determinada i
N = número total de individuos de todas las especies en el sistema
ln = logaritmo natural
S = número total de especies.

Tabla 7. Interpretación para el Índice de Shannon.

VALORES	INTERPRETACIÓN
0,1 - 1,5	Diversidad baja
1,6 - 3,0	Diversidad media
3,1 - 4,5	Diversidad alta

Elaboración: Equipo consultor Kawsus Cía. Ltda, 2024.
Fuente: (Magurran, 1988)

Índice de diversidad de Simpson

Es una medida de dominancia que se enfatiza en el rol de las especies más comunes y refleja mejor la riqueza de especies. Este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una población de N individuos provengan de la misma especie (Magurran, 1988). Si una especie dada i (i=1,2, S) es representada en la comunidad como Pi (Proporción de individuos), la probabilidad de extraer al azar dos individuos pertenecientes a la misma especie se denomina probabilidad conjunta [(Pi) (Pi), o Pi^2] (Magurran, 1988). Al utilizar la forma 1-D, la interpretación es inversa: a mayores valores de 1-D, la diversidad será mayor y a menores valores, la diversidad del sitio será menor (Magurran, 1988).

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{S} P_i^2$$

Donde:

D = Valor de Dominancia de Simpson
Σ = Sumatoria
Pi^2 = Proporción de individuos elevada al cuadrado

Tabla 8.Interpretación para el Índice de Simpson en su Forma 1-D.

VALORES	INTERPRETACIÓN
0,00 - 0,35	Dominancia baja
0,36 - 0,75	Dominancia media
0,76 - 1,00	Dominancia alta

Elaboración: Equipo consultor Kawsus Cía. Ltda, 2024.
Fuente: (Magurran, 1988)

Índice de similitud de Jaccard

Se utiliza para comparar comunidades con atributos similares, es decir, es un índice de diversidad beta. El índice compara dos sitios relacionando la abundancia de las especies compartidas con la abundancia total en las dos muestras (Álvarez et al., 2004; Matteucci & Colma, 2002). Maneja valores entre 0 y 1, siendo 0 reportado para sitios disímiles y 1 para sitios que comparten el 100% de las especies. Puede ser representado como porcentaje al multiplicar el coeficiente resultante por 100 (Álvarez *et al*., 2004). Su fórmula es:

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a es el número de especies en el sitio A.
b es el número de especies en el sitio B.
c es el número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas.

Clases diamétricas

Generalmente en bosques heterogéneos, el DAP se agrupa en clases diamétricas que son los intervalos definidos por un límite inferior y límite superior. La amplitud de la clase diamétrica a la que pertenecerá la especie dentro de un bosque se define por la diferencia establecida en dichos intervalos (Juárez, 2014).

Todos los datos se analizaron con la ayuda de los softwares como EstimateS, PAST y Excel.

Aspectos Ecológicos

Hábito de crecimiento

Es un término utilizado comúnmente para describir la taxonomía de las plantas, suele distinguirse por la ecología, el tamaño del espécimen y la presencia de órganos especializados. El hábito de crecimiento puede referirse a si una planta es una hierba, arbusto o árbol. (Naranjo, Torres, & Quijano, 2018).

Uso del recurso
Esta información se verificó de la Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador (De la Torre, Navarrete, Muriel, Macía & Balslev, 2008).

Origen

Señala la procedencia de las especies vegetales, es decir si es nativa, endémica o introducida

Estado de conservación

Contribuye a evitar la extinción de la flora y fauna silvestre, permite priorizar los recursos y esfuerzos en aquellas especies que representan un mayor riesgo. Se entiende como la medida de la probabilidad de que una especie continúe existiendo en el presente o en el futuro cercano, no solo del volumen de la población actual, sino también de las tendencias que han mostrado a lo largo del tiempo, de la presencia de depredadores u otras amenazas, de las modificaciones en su hábitat (Cumba, 2017; Squeo, Arancio, & Gutiérrez, 2008).

Endemismo

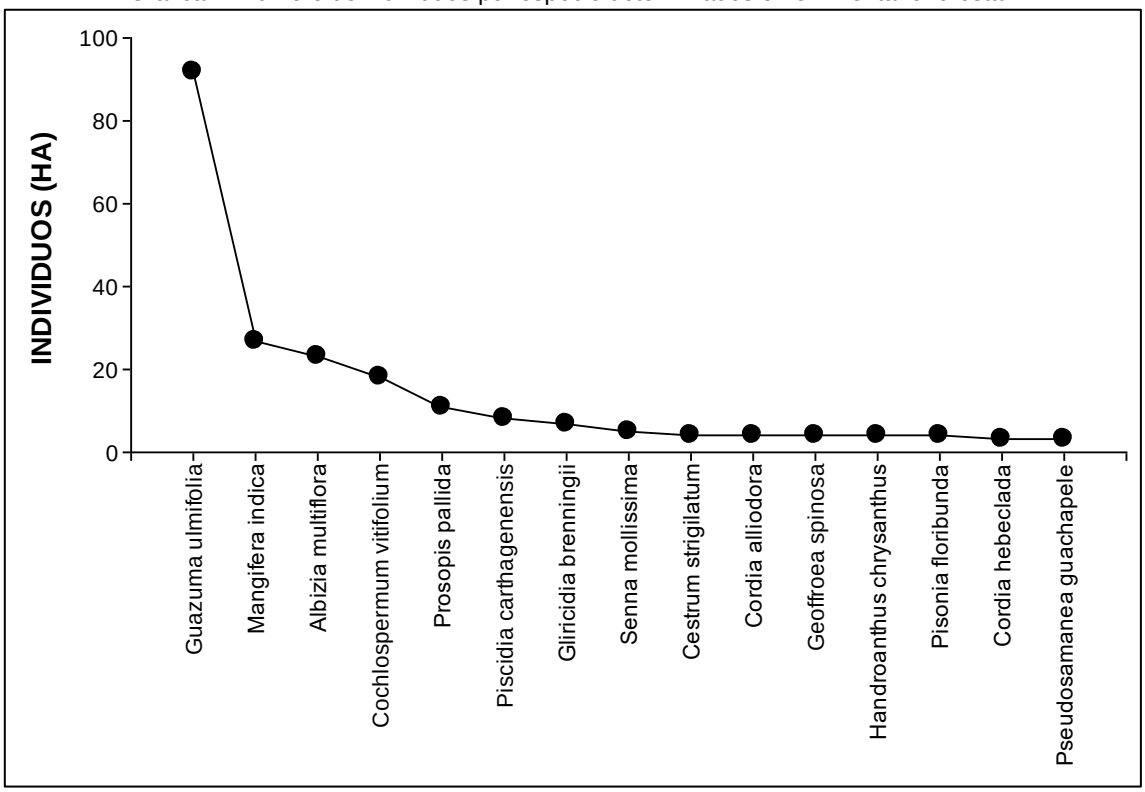
Es un concepto utilizado para identificar taxones nativos o grupos biológicos con área de distribución restringida (Noguera, 2017).

5.5 RESULTADOS

5.5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN SEGÚN SU COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD

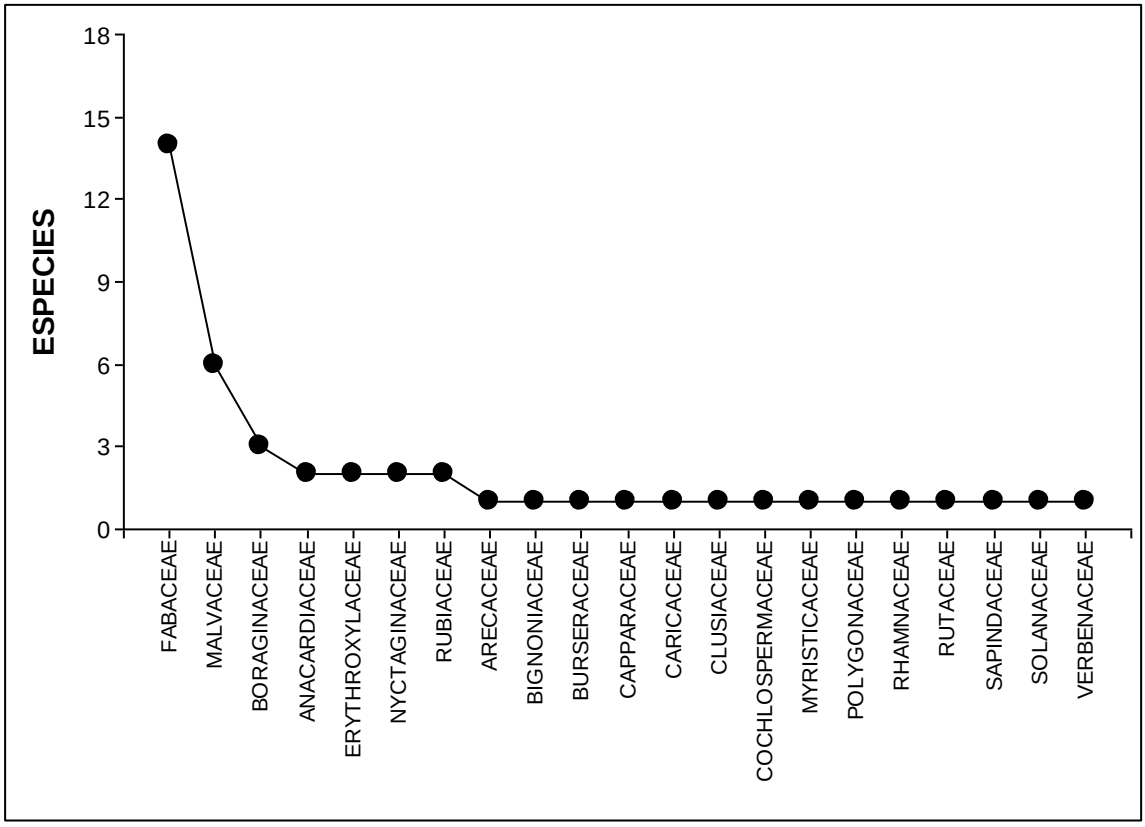
En 14 parcelas temporales del inventario forestal, se registró un total de 351 individuos arboles representados en 21 familias, 45 géneros y 44 especies. Entre las especies con mayor número de individuos se encuentran *Guazuma ulmifolia* Lam., *Mangifera indica* L., *Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes, *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng, *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth, *Piscidia carthagenensis* Jacq., *Gliricidia brenningii* (Harms) Lavin, *Senna mollissima* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby, *Cestrum strigilatum* Ruiz & Pav., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. Las familias con mayor riqueza de especies son Fabaceae, Malvaceae, Boraginaceae, Anacardiaceae, Erythroxylaceae, Nyctaginaceae y Rubiaceae.

Gráfica 2. Número de individuos por especie determinados en el inventario forestal.



Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

Gráfica 3. Abundancia de las principales especies registradas en el inventario forestal.



Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.

Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

En la siguiente tabla se detalla de manera descendente el índice de valor de importancia (IVI) de las especies arbóreas registradas en todas las parcelas temporales.

Tabla 9. Parámetros ecológicos del inventario forestal.

ESPECIES	IND.	FR	AB	DENR	DOMR	FRR	IVI	SHANNON	SIMPSON
Guazuma ulmifolia	129	10	3,008	36,752	22,213	10,989	7,35	0,218	0,008
Mangifera indica	38	3	2,801	10,826	20,688	3,297	0,58	0,017	0,000
Cochlospermum vitifolium	25	6	1,940	7,123	14,331	6,593	0,51	0,017	0,000
Albizia multiflora	32	6	0,860	9,117	6,350	6,593	1,22	0,029	0,000
Prosopis pallida	15	2	0,902	4,274	6,663	2,198	0,52	0,017	0,000
Geoffroea spinosa	6	4	0,493	1,709	3,644	4,396	0,49	0,017	0,000
Gliricidia brenningii	10	4	0,262	2,849	1,932	4,396	1,08	0,029	0,000
Piscidia carthagenensis	11	3	0,209	3,134	1,545	3,297	1,36	0,041	0,000
Pisonia floribunda	5	4	0,185	1,425	1,368	4,396	1,88	0,070	0,000
Pseudosamanea guachapele	4	2	0,488	1,140	3,601	2,198	9,35	0,188	0,005
Cestrum strigilatum	6	3	0,087	1,709	0,643	3,297	1,03	0,041	0,000
Pseudobombax septenatum	3	2	0,251	0,855	1,855	2,198	0,49	0,017	0,000
Senna mollissima	7	1	0,244	1,994	1,805	1,099	1,07	0,029	0,000
Cordia alliodora	6	2	0,100	1,709	0,737	2,198	1,55	0,070	0,000
Handroanthus chrysanthus	5	2	0,069	1,425	0,510	2,198	1,29	0,051	0,000
Centrolobium ochroxylum	3	2	0,141	0,855	1,038	2,198	0,48	0,017	0,000
Cordia hebeclada	4	2	0,073	1,140	0,537	2,198	0,49	0,017	0,000
Vachellia macracantha	3	2	0,091	0,855	0,674	2,198	0,54	0,017	0,000
Caesalpinia glabrata	2	2	0,122	0,570	0,904	2,198	3,25	0,070	0,000
Pseudobombax millei	1	1	0,292	0,285	2,155	1,099	3,06	0,101	0,001
Ceiba trischistandra	2	2	0,063	0,570	0,467	2,198	23,32	0,368	0,135
Cordia lutea	2	2	0,060	0,570	0,446	2,198	1,38	0,061	0,000
Cocos nucifera	3	1	0,155	0,855	1,141	1,099	0,74	0,029	0,000
Sapindus saponaria	2	2	0,030	0,570	0,225	2,198	0,76	0,041	0,000

ESPECIES	IND.	FR	AB	DENR	DOMR	FRR	IVI	SHANNON	SIMPSON
Machaerium millei	3	1	0,046	0,855	0,337	1,099	11,60	0,241	0,012
Simira ecuadorensis	3	1	0,041	0,855	0,301	1,099	0,67	0,029	0,000
Inga edulis	2	1	0,074	0,570	0,548	1,099	0,48	0,017	0,000
Virola koschnyi	1	1	0,100	0,285	0,737	1,099	2,66	0,109	0,001
Myroxylon peruiferum	2	1	0,046	0,570	0,340	1,099	2,40	0,061	0,000
Bombacopsis squamigera	1	1	0,048	0,285	0,353	1,099	4,38	0,135	0,002
Garcinia intermedia	1	1	0,032	0,285	0,233	1,099	1,18	0,017	0,000
Tectona grandis	1	1	0,030	0,285	0,219	1,099	1,64	0,041	0,000
Zanthoxylum acuminatum	1	1	0,030	0,285	0,219	1,099	2,31	0,051	0,000
Carica papaya	1	1	0,025	0,285	0,184	1,099	0,49	0,017	0,000
Spondias purpurea	1	1	0,020	0,285	0,147	1,099	1,00	0,029	0,000
Bursera graveolens	1	1	0,018	0,285	0,135	1,099	0,48	0,017	0,000
Triplaris cumingiana	1	1	0,018	0,285	0,134	1,099	1,63	0,078	0,000
Ziziphus thyrsiflora	1	1	0,014	0,285	0,100	1,099	0,75	0,041	0,000
Erythroxylum sp.	1	1	0,013	0,285	0,094	1,099	0,51	0,017	0,000
Randia aurantiaca	1	1	0,013	0,285	0,094	1,099	0,53	0,017	0,000
Ceiba insignis	1	1	0,010	0,285	0,076	1,099	0,51	0,017	0,000
Colicodendron scabridum	1	1	0,010	0,285	0,076	1,099	1,24	0,041	0,000
Neea amplifolia	1	1	0,009	0,285	0,068	1,099	0,71	0,017	0,000
Senna spectabilis	1	1	0,009	0,285	0,066	1,099	0,53	0,017	0,000
Erythroxylum glaucum	1	1	0,009	0,285	0,065	1,099	0,49	0,017	0,000
Total	**351**	**91**	**13,54**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**2,59**	**0,167**
Índice de Simpson									**0,833**

Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.

En función del índice de valor de importancia (IVI), el área de bosque dentro de la zona de influencia del proyecto está compuesta principalmente por *Guazuma ulmifolia, Mangifera indica, Cochlospermum vitifolium, Albizia multiflora, Prosopis pallida, Geoffroea spinosa, Pseudosamanea guachapele, Bombacopsis squamigera, Piscidia carthagenensis y Pisonia floribunda*. Asociadas a estas especies, aunque con menor abundancia se encuentran: *Bursera graveolens, Simira ecuadorensis, Ziziphus thyrsiflora, Randia aurantiaca, Senna spectabilis, Erythroxylum glaucum, Ceiba trischistandra, Spondias purpurea, Triplaris cumingiana, Erythroxylum sp., y Colicodendron scabridum.*

De acuerdo con los valores de los índices de diversidad, se determina que el área de estudio presenta una diversidad media (2,59) según el índice de Shannon (de acuerdo con la escala: de 1 a 5) y una dominancia alta (0,83) de acuerdo con Simpson (escala: de 0 a 1). La diversidad registrada es media que responde a las intervenciones antrópicas realizadas en la zona.

Diversidad Beta

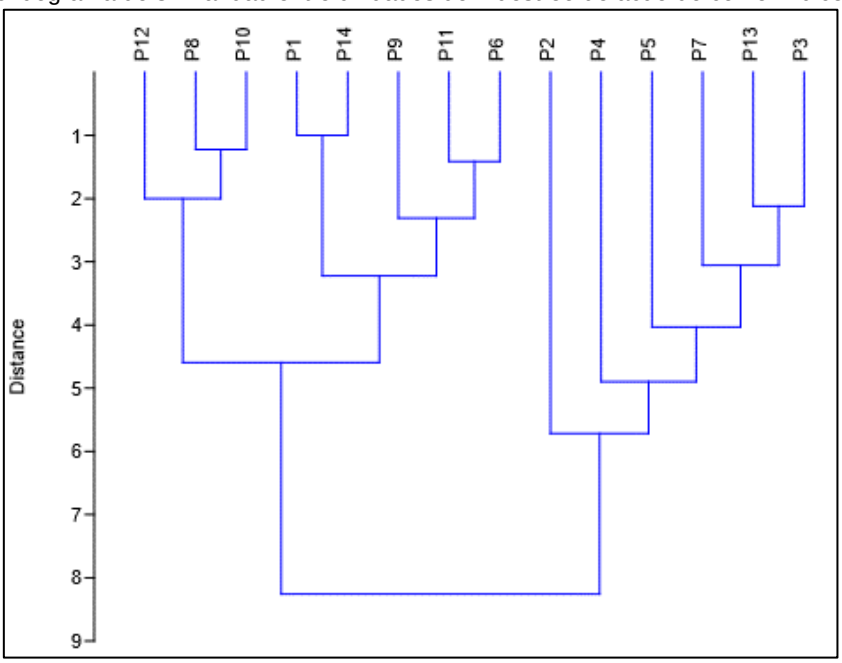
La diversidad beta comprende analizar la similitud entre dos sitios para ello se elaboró una matriz de distancias con todas las interacciones con los puntos de muestreo y se calculó el índice de Jaccard.

Tabla 10. Índice de Jaccard para las 14 unidades de muestreo.

JACCARD INDEX	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
P1		0,154	0,083	0,067	0	0,20	0,100	0,000	0,125	0,000	0,143	0,000	0,111	0,500
P2	0,154		0,222	0,190	0,143	0,07	0,250	0,000	0,200	0,000	0,063	0,000	0,118	0,071
P3	0,083	0,222		0,278	0,294	0,08	0,286	0,000	0,231	0,000	0,154	0,000	0,308	0,083
P4	0,067	0,190	0,278		0,250	0,07	0,167	0,000	0,056	0,000	0,125	0,000	0,250	0,067
P5	0,000	0,143	0,294	0,250		0,00	0,250	0,000	0,059	0,000	0,063	0,000	0,188	0,000
P6	0,200	0,071	0,083	0,067	0,000		0,100	0,000	0,286	0,000	0,333	0,000	0,111	0,200
P7	0,100	0,250	0,286	0,167	0,250	0,10		0,000	0,273	0,000	0,182	0,000	0,250	0,100
P8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000		0,000	0,250	0,000	0,143	0,000	0,000
P9	0,125	0,200	0,231	0,056	0,059	0,29	0,273	0,000		0,000	0,222	0,000	0,182	0,125
P10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,250	0,000		0,000	0,250	0,000	0,000
P11	0,143	0,063	0,154	0,125	0,063	0,33	0,182	0,000	0,222	0,000		0,000	0,200	0,143
P12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,143	0,000	0,250	0,000		0,000	0,000
P13	0,111	0,118	0,308	0,250	0,188	0,11	0,250	0,000	0,182	0,000	0,200	0,000		0,250
P14	0,500	0,071	0,083	0,067	0,000	0,20	0,100	0,000	0,125	0,000	0,143	0,000	0,250	

Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

Gráfica 4. Dendograma de similaridad entre unidades de muestreo de acuerdo con el índice de Jaccard.

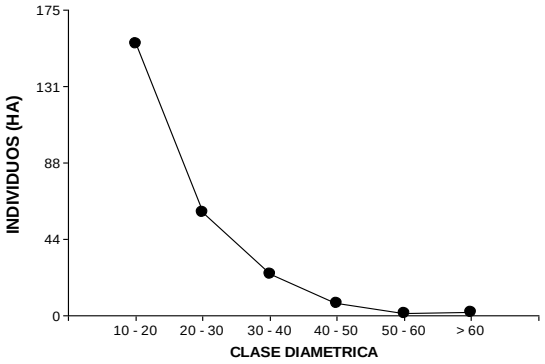


Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

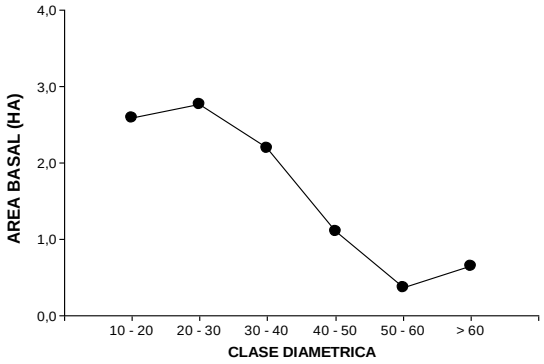
Análisis estructural del bosque

Gráfica 5. Análisis estructural de la cobertura boscosa del área de estudio. a) Número de individuos; b) área basal; c) Volumen total por clase diamétrica.

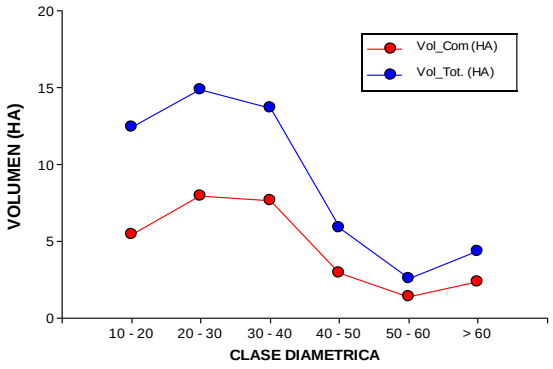
a)



b)



c)



Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.

Fuente: Kawsus Cía. Ltda. 2024.

El número de individuos de acuerdo con las clases diamétricas muestra una tendencia decreciente, donde la mayor dominancia de individuos se encuentra en las clases más bajas (10 – 20 cm), característico de un bosque natural con clases menores aseguran la supervivencia y dinámica poblacional del bosque (a).

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

Frente a estos resultados podemos inferir que el estado de conservación del bosque es bajo y las especies del sector cumplen una función ecológica dentro de la dinámica de las diferentes poblaciones existentes en el mismo. Las tendencias respecto al área basal y volumen de madera, tanto comercial como total muestran una tendencia de descenso en cuatro categorías y en la categoría > 60 presenta un ascenso en los individuos de diámetros mayores, fenómeno relacionado a la abundancia de individuos en clases menores y pocos individuos en clases mayores, evidenciando una tendencia en que el incremento del DAP se relaciona con una menor abundancia de árboles.

Inventario dasometrico

El inventario forestal comprende básicamente la descripción de las variables estructurales del bosque, particularmente en términos de área basal y su potencial productivo (madera). De acuerdo con los resultados, el bosque presenta volúmenes considerables de madera que puede que se traduce en un servicio ecosistémico de importancia, en concreto, la captura y el almacenamiento de carbono. En la siguiente tabla se detallan las especies con sus valores de producción forestal para toda el área de influencia del proyecto “Estudios y diseños definitivos de la vía sector Fátima-Villao-Límite Provincial, incluye puentes en el cantón Pedro Carbo de la provincia del Guayas”. En el Anexo 8 (Base de datos Inventario Forestal), se detallan todas las especies arbóreas y sus variables dasométricas reportadas en el presente estudio.

Tabla 11. Parámetros dasométricos del inventario forestal.

ESPECIES	IND/ha	AB/ha	VC/ha	VT/ha
Guazuma ulmifolia	92	2,15	5,19	11,18
Mangifera indica	27	2,00	4,45	10,01
Cochlospermum vitifolium	18	1,39	5,63	9,02
Albizia multiflora	23	0,61	1,64	3,40
Prosopis pallida	11	0,64	1,94	3,75
Geoffroea spinosa	4	0,35	0,92	2,15
Gliricidia brenningii	7	0,19	0,48	1,01
Piscidia carthagenensis	8	0,15	0,31	0,71
Pisonia floribunda	4	0,13	0,28	0,72
Pseudosamanea guachapele	3	0,35	1,40	2,19
Cestrum strigilatum	4	0,06	0,10	0,26
Pseudobombax septenatum	2	0,18	0,88	1,33
Senna mollissima	5	0,17	0,55	0,99
Cordia alliodora	4	0,07	0,18	0,36
Handroanthus chrysanthus	4	0,05	0,13	0,26
Centrolobium ochroxylum	2	0,10	0,24	0,50
Cordia hebeclada	3	0,05	0,14	0,27
Vachellia macracantha	2	0,07	0,23	0,39
Caesalpinia glabrata	1	0,09	0,24	0,50
Pseudobombax millei	1	0,21	1,02	1,61
Ceiba trischistandra	1	0,05	0,14	0,27
Cordia lutea	1	0,04	0,07	0,17
Cocos nucifera	2	0,11	0,24	0,41
Sapindus saponaria	1	0,02	0,05	0,12
Machaerium millei	2	0,03	0,07	0,13
Simira ecuadorensis	2	0,03	0,04	0,11
Inga edulis	1	0,05	0,19	0,32
Virola koschnyi	1	0,07	0,35	0,50
Myroxylon peruiferum	1	0,03	0,11	0,22

ESPECIES	IND/ha	AB/ha	VC/ha	VT/ha
Bombacopsis squamigera	1	0,03	0,12	0,19
Garcinia intermedia	1	0,02	0,03	0,08
Tectona grandis	1	0,02	0,07	0,12
Zanthoxylum acuminatum	1	0,02	0,06	0,12
Carica papaya	1	0,02	0,06	0,09
Spondias purpurea	1	0,01	0,01	0,04
Bursera graveolens	1	0,01	0,02	0,06
Triplaris cumingiana	1	0,01	0,04	0,06
Ziziphus thyrsiflora	1	0,01	0,01	0,05
Erythroxylum sp.	1	0,01	0,01	0,03
Randia aurantiaca	1	0,01	0,01	0,03
Ceiba insignis	1	0,01	0,01	0,03
Colicodendron scabridum	1	0,01	0,01	0,03
Neea amplifolia	1	0,01	0,01	0,03
Senna spectabilis	1	0,01	0,02	0,03
Erythroxylum glaucum	1	0,01	0,02	0,03
Total	**251**	**9,67**	**27,73**	**53,86**

Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

La densidad total para el bosque es de 251 individuos ha $^{-1}$ (árboles ≥ 10 cm de DAP), un área basal de 9.67 m^2 ha^{-1} y un volumen comercial de 27.73 m^3 y total de 53.86 m^3 ha^{-1} respectivamente.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los datos totales del Área Basal y Volúmenes de madera en la superficie de muestreo y los valores aproximados por hectárea.

Tabla 12. Resumen de inventario forestal de las parcelas temporales de muestreo.

SUPERFICIE DE LA MUESTRA	***ÁREA BASAL m***	***ÁREA BASAL m²/ha***	***VOLUMEN TOTAL m²***	***VOLUMEN TOTAL m²/ha***	***VOLUMEN COMERCIAL m³***	***VOLUMEN COMERCIAL m³/ha***
14 000 m^2	13.54	9.67	75.41	53.86	38.83	27.73

Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.
Fuente: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.

Análisis por Parcelas

A continuación, se detalla el análisis de las parcelas forestales:

Tabla 13. Análisis del inventario forestal de las parcelas temporales de muestreos.

CÓDIGO	NO DE INDIVIDUOS	TAXONOMÍA			NOMBRE COMÚN	DAP (m)	HT (m)	AB (m^2)	Vt (m^3)	Vc (m^3)
		FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE						
PF001	3	Boraginaceae	Cordia	*Cordia hebeclada*	Totumbe	0,1144	5,33	0,0103	0,0383	0,0167
	2	Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Guasmo	0,138	7	0,0151	0,0753	0,0294
	1	Malvaceae	Pseudobombax	*Pseudobombax septenatum*	Ceibo Prieto	0,1862	7	0,0272	0,1334	0,0572
PF002	1	Malvaceae	Ceiba	*Ceiba trischistandra*	Ceibo	0,261	9	0,0535	0,3371	0,1872
	2	Solanaceae	Cestrum	*Cestrum strigilatum*	Espino Blanco	0,1229	7,5	0,0122	0,0658	0,0287
	8	Cochlospermaceae	Cochlospermum	*Cochlospermum vitifolium*	Bototillo	0,3276	10,5	0,0937	0,7001	0,4167
	1	Erythroxylaceae	Erythroylum	*Erythroxylum glaucum*	Camargillo	0,1057	7	0,0087	0,0429	0,0306
	3	Fabaceae	Geoffroea	*Geoffroea spinosa*	Seca	0,2613	8,33	0,0540	0,3193	0,2228
	4	Fabaceae	Gliricidia	*Gliricidia brenningii*	Yuca de Ratón	0,2146	8,5	0,0384	0,2214	0,1075
	8	Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Guasmo	0,1444	8,5	0,0176	0,1042	0,0445
	2	Bignoniaceae	Handroanthus	*Handroanthus chrysanthus*	Guayacan	0,1245	9,5	0,0122	0,0797	0,0427
	2	Fabaceae	Mryroxylon	*Myroxylon peruiferum*	Balsamo	0,1682	9	0,0229	0,1506	0,0753
	2	Malvaceae	Pseudobombax	*Pseudobombax septenatum*	Ceibo Prieto	0,3774	11	0,1119	0,8619	0,5853
	1	Fabaceae	Senna	*Senna spectabilis*	Vainillo	0,1066	7	0,0089	0,0437	0,0250
	1	Rhamnaceae	Ziziphus	*Ziziphus thyrsiflora*	Ebano	0,1311	7	0,0135	0,0661	0,0189
PF003	8	Fabaceae	Albizia	*Albizia multiflora*	Compoño	0,1524	6,63	0,0198	0,0932	0,0417
	1	Malvaceae	Bombacopsis	*Bombacopsis squamigera*	Ceibo Blanco	0,2467	8	0,0477	0,2676	0,1672
	1	Malvaceae	Ceiba	*Ceiba insisgnis*	Ceibo Blanco	0,1146	6	0,0103	0,0433	0,0144

CÓDIGO	NO DE INDIVIDUOS	TAXONOMÍA			NOMBRE COMÚN	DAP (m)	HT (m)	AB (m^2)	Vt (m^3)	Vc (m^3)
		FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE						
	1	Solanaceae	Cestrum	*Cestrum strigilatum*	Espino Blanco	0,1153	6	0,0104	0,0437	0,0182
	3	Cochlospermaceae	Cochlospermum	*Cochlospermum vitifolium*	Bototillo	0,1894	6,67	0,0309	0,1495	0,1043
	5	Boraginaceae	Cordia	*Cordia alliodora*	Laurel	0,1387	7,1	0,0154	0,0775	0,0420
	1	Fabaceae	Geoffroea	*Geoffroea spinosa*	Seca	0,6175	9	0,2994	1,8868	0,5241
	7	Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Guasmo	0,1512	6,57	0,0185	0,0871	0,0321
	2	Fabaceae	Piscidia	*Piscidia carthagenensis*	Mata Sarna	0,1544	8	0,0188	0,1053	0,0357
	1	Nyctaginaceae	Pisonia	*Pisonia floribunda*	Pega Pega	0,2992	7	0,0703	0,3445	0,0984
PF004	7	Fabaceae	Albizia	*Albizia multiflora*	Compoño	0,1405	6,5	0,0173	0,0895	0,0456
	1	Fabaceae	Caesalpinia	*Caesalpinia glabrata*	Pai Pai	0,2499	7	0,0490	0,2403	0,1373
	1	Malvaceae	Ceiba	*Ceiba trischistandra*	Ceibo	0,1114	6	0,0097	0,0409	0,0136
	3	Solanaceae	Cestrum	*Cestrum strigilatum*	Espino Blanco	0,1464	5,33	0,0174	0,0644	0,0195
	1	Capparaceae	Colicodendron	*Colicodendron scabridum*	Zapote de Perro	0,1146	6	0,0103	0,0433	0,0144
	2	Fabaceae	Gliricidia	*Gliricidia brenningii*	Yuca de Ratón	0,1902	8	0,0298	0,1757	0,0832
	1	Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Guasmo	0,1751	7	0,0241	0,1180	0,0506
	1	Nyctaginaceae	Neea	*Neea amplifolia*	Suche	0,1082	6	0,0092	0,0386	0,0193
	1	Fabaceae	Piscidia	*Piscidia carthagenensis*	Mata Sarna	0,2069	7	0,0336	0,1647	0,0706
	2	Nyctaginaceae	Pisonia	*Pisonia floribunda*	Pega Pega	0,2061	8,5	0,0335	0,2005	0,0910
	1	Sapindaceae	Sapinus	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	0,1066	7	0,0089	0,0438	0,0156
	7	Fabaceae	Senna	*Senna mollissima*	Amargo	0,2049	7,86	0,0349	0,1972	0,1109
	1	Rutaceae	Zanthoxylum	*Zanthoxylum acuminatum*	Salsafra	0,1942	8	0,0296	0,1658	0,0829
PF005	2	Fabaceae	Albizia	*Albizia multiflora*	Compoño	0,1816	7	0,0303	0,1635	0,0802
	1	Burseraceae	Bursera	*Bursera graveolens*	Palo Santo	0,1528	6	0,0183	0,0770	0,0257

CÓDIGO	NO DE INDIVIDUOS	TAXONOMÍA			NOMBRE COMÚN	DAP (m)	HT (m)	AB (m^2)	Vt (m^3)	Vc (m^3)
		FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE						
	1	Fabaceae	Caesalpinia	*Caesalpinia glabrata*	Pai Pai	0,3056	9	0,0733	0,4620	0,2053
	1	Fabaceae	Centrolobium	*Centrolobium ochroxylum*	Amarillo	0,2196	7	0,0379	0,1856	0,0796
	9	Cochlospermaceae	Cochlospermum	*Cochlospermum vitifolium*	Bototillo	0,248	7,33	0,0569	0,3298	0,2008
	1	Boraginaceae	Cordia	*Cordia alliodora*	Laurel	0,1703	7	0,0228	0,1116	0,0478
	2	Fabaceae	Gliricidia	*Gliricidia brenningii*	Yuca de Ratón	0,1241	5,5	0,0123	0,0485	0,0231
	3	Bignoniaceae	Handroanthus	*Handroanthus chrysanthus*	Guayacan	0,1335	6,5	0,0149	0,0695	0,0302
	3	Fabaceae	Machaerium	*Machaerium millei*	Cabo De Hacha	0,139	5,67	0,0152	0,0603	0,0344
	8	Fabaceae	Piscidia	*Piscidia carthagenensis*	Mata Sarna	0,1432	6,19	0,0172	0,0771	0,0372
	1	Nyctaginaceae	Pisonia	*Pisonia floribunda*	Pega Pega	0,2236	8	0,0393	0,2198	0,0824
	1	Myristicaceae	Virola	*Virola koschnyi*	Palo De Sangre	0,3565	10	0,0998	0,6988	0,4891
PF006	15	Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Guasmo	0,1206	6,47	0,0117	0,0541	0,0189
	11	Fabaceae	Prosopis	*Prosopis pallida*	Algarrobo	0,2793	8	0,0686	0,4070	0,2161
	2	Fabaceae	Pseudosamanea	*Pseudosamanea guachapele*	Guachapeli	0,4799	9	0,1979	1,2468	0,8008
PF007	5	Fabaceae	Albizia	*Albizia multiflora*	Compoño	0,1349	5,6	0,0146	0,0566	0,0252
	2	Fabaceae	Centrolobium	*Centrolobium ochroxylum*	Amarillo	0,2546	7	0,0513	0,2577	0,1289
	1	Cochlospermaceae	Cochlospermum	*Cochlospermum vitifolium*	Bototillo	0,2165	7	0,0368	0,1803	0,1030
	1	Fabaceae	Geoffroea	*Geoffroea spinosa*	Seca	0,1719	8	0,0232	0,1299	0,0812
	2	Fabaceae	Gliricidia	*Gliricidia brenningii*	Yuca de Ratón	0,1222	5	0,0118	0,0412	0,0130
	4	Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Guasmo	0,1402	6,75	0,0160	0,0814	0,0433
	1	Rubiaceae	Randia	*Randia aurantiaca*	Crucita	0,1273	5	0,0127	0,0446	0,0178
	3	Rubiaceae	Simira	*Simira ecuadorensis*	Colorado	0,1305	5,33	0,0136	0,0528	0,0168

CÓDIGO	NO DE INDIVIDUOS	TAXONOMÍA			NOMBRE COMÚN	DAP (m)	HT (m)	AB (m^2)	Vt (m^3)	Vc (m^3)
		FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE						
PF008	3	Arecaceae	Cocos	*Cocos nucifera*	Coco	0,2531	5,33	0,0515	0,1897	0,1129
	1	Clusiaceae	Garcinia	*Garcinia intermedia*	Mamey	0,2005	5	0,0316	0,1105	0,0442
	7	Anacardiaceae	Magnifera	*Mangifera indica*	Mango	0,1674	5,71	0,0228	0,0935	0,0387
	1	Anacardiaceae	Spondias	*Spondias purpurea*	Ciruelo	0,1592	4	0,0199	0,0557	0,0167
PF009	2	Cochlospermacea e	Cochlospermum	*Cochlospermum vitifolium*	Bototillo	0,2928	9,5	0,0683	0,4599	0,3460
	1	Boraginaceae	Cordia	*Cordia lutea*	Muyuyo	0,1649	7	0,0214	0,1046	0,0448
	1	Fabaceae	Geoffroea	*Geoffroea spinosa*	Seca	0,105	5	0,0087	0,0303	0,0121
	24	Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Guasmo	0,1567	7,19	0,0199	0,1014	0,0440
	4	Fabaceae	Prosopis	*Prosopis pallida*	Algarrobo	0,2097	7,25	0,0369	0,1939	0,0840
	1	Polygonaceae	Triplaris	*Triplaris cumingiana*	Fernan Sabchez	0,152	7	0,0181	0,0889	0,0508
PF010	15	Anacardiaceae	Mangifera	*Mangifera indica*	Mango	0,3161	7,27	0,0815	0,4196	0,1815
PF011	1	Fabaceae	Albizia	*Albizia multiflora*	Compoño	0,1894	8	0,0282	0,1578	0,0789
	1	Boraginaceae	Cordia	*Cordia lutea*	Muyuyo	0,2228	5	0,0390	0,1365	0,0546
	1	Erythroxylaceae	Erythroxylum	*Erythroxylum sp.*	Negro Negro	0,1273	5	0,0127	0,0446	0,0107
	15	Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Guasmo	0,2428	8,13	0,0497	0,2887	0,1667
	2	Fabaceae	Pseudosamane a	*Pseudosamanea guacha pele*	Guachapeli	0,2379	9	0,0459	0,2889	0,1821
PF012	1	Caricaceae	Carica	*Carica papaya*	Papaya	0,1783	7	0,0250	0,1223	0,0873
	2	Fabaceae	Inga	*Inga edulis*	Guaba	0,2172	8,5	0,0371	0,2227	0,1312
	16	Anacardiaceae	Mangifera	*Mangifera indica*	Mango	0,3241	7,13	0,0887	0,4414	0,2022
	1	Verbenaceae	Tectona	*Tectona grandis*	Teca	0,1942	8	0,0296	0,1658	0,1036
PF013	9	Fabaceae	Albizia	*Albizia multiflora*	Compoño	0,2322	8,78	0,0464	0,2916	0,1421
	2	Cochlospermacea e	Cochlospermum	*Cochlospermum vitifolium*	Bototillo	0,5069	9	0,2063	1,3418	0,8153

CÓDIGO	NO DE INDIVIDUOS	TAXONOMÍA			NOMBRE COMÚN	DAP (m)	HT (m)	AB (m^2)	Vt (m^3)	Vc (m^3)
		FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE						
	33	Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Guasmo	0,1769	6,97	0,0269	0,1344	0,0607
	1	Nyctaginaceae	Pisonia	*Pisonia floribunda*	Pega Pega	0,105	7	0,0087	0,0425	0,0243
	1	Malvaceae	Pseudobombax	*Pseudobombax millei*	Beldaco	0,6096	11	0,2918	2,2471	1,4300
	1	Sapindaceae	Sapindus	*Sapindus saponaria*	Jaboncillo	0,1655	8	0,0215	0,1205	0,0602
	1	Fabaceae	Vachellia	*Vachellia macracantha*	Guarangano	0,2817	9	0,0623	0,3927	0,2618
PF014	1	Boraginaceae	Cordia	*Cordia hebeclada*	Totumbe	0,2308	9	0,0418	0,2635	0,1464
	20	Malvaceae	Guazuma	*Guazuma ulmifolia*	Guasmo	0,1423	6,7	0,0166	0,0789	0,0276
	2	Fabaceae	Vachellia	*Vachellia macracantha*	Guarangano	0,1348	7,5	0,0145	0,0748	0,0285

Fuente: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.
Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.

Tabla 14. Sumatoria de las parcelas temporales de muestreos.

CÓDIGO	SUMATORIA DEL ÁREA BASAL (m^2)	SUMATORIA DEL VOLUMEN TOTAL (m^3)	SUMATORIA DEL VOLUMEN COMERCIAL (m^3)
PF001	0,088	0,399	0,166
PF002	1,61	11,09	6,51
PF003	0,94	4,99	1,98
PF004	0,72	3,81	1,91
PF005	1,12	6,15	3,44
PF006	1,33	7,78	4,26
PF007	0,38	1,72	0,84
PF008	0,37	1,39	0,67
PF009	0,81	4,35	2,19
PF010	1,22	6,29	2,72
PF011	0,92	5,25	3,01
PF012	1,55	7,80	3,69
PF013	2,10	12,55	6,69
PF014	0,40	1,99	0,76

Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.

Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

De acuerdo al análisis de las parcelas forestales muestreadas se puede observar que PF013 presento la mayor Área Basal con 2,10 m^2, como también Volumen Total y Comercial con 12,55 m^3 y 6,69 m^3 respectivamente, misma que presento un total de 7 especies, siendo la más representativa *Guazuma ulmifolia* con 33 individuos registrados; seguida de esta se encuentra PF002 con un Área Basal, Volumen Total y Comercial de 1,61 m^2, 11,09 m^3 y 6,51 m^3, la cual registro 12 especies siendo *Cochlospermum vitifolium* y *Guazuma ulmifolia* las más representativas de la parcela con 8 individuos registrados cada una; PF006 presento una sumatoria de 1,33 m^2, 7,78 m^3 y 4,26 m^3 correspondientes al Área Basal, Altura Total y Comercial respectivamente, teniente un total de 3 especies, siendo la más representativa *Guazuma ulmifolia* con 15 individuos registrados; en cuanto a la parcela que presento los valores más bajos tenemos la parcela PF001 con un Área Basal de 0,088 m^2, Volumen Total y Comercial con 0,399 m^3 y 0,166 m^3, respectivamente, en la parcela se registró una diversidad de 3 especies y *Cordia hebeclada* fue la más representativa.

Según los datos levantados en campo se puede determinar que la densidad forestal de algunas parcelas de la zona de estudio es relativamente baja, lo que guarda relación con el cambio en el uso del suelo y la implementación de monocultivos por las actividades productivas de los moradores de la zona.

Tabla 15. Análisis de las especies de importancia del inventario forestal.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	CATEGORÍA DE AMENAZA	APÉNDICES CITES	APROVECHAMIENTO CONDICIONADO	ESPECIES ENDÉMICAS
Fabaceae	Caesalpinia	Caesalpinia glabrata	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Fabaceae	Centrolobium	Centrolobium ochroxylum	En Peligro Crítico (CR)	Ningún apéndice	NO	NO
Solanaceae	Cestrum	Cestrum strigilatum	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Cochlospermaceae	Cochlospermum	Cochlospermum vitifolium	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Capparaceae	Colicodendron	Colicodendron scabridum	No evaluada (NE)	Ningún apéndice	NO	NO
Boraginaceae	Cordia	Cordia lutea	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Boraginaceae	Cordia	Cordia alliodora	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Boraginaceae	Cordia	Cordia hebeclada	No evaluada (NE)	Ningún apéndice	NO	NO
Fabaceae	Geoffroea	Geoffroea spinosa	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Malvaceae	Guazuma	Guazuma ulmifolia	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Bignoniaceae	Handroanthus	Handroanthus chrysanthus	Vulnerable (VU)	Ningún apéndice	NO	NO
Fabaceae	Machaerium	Machaerium millei	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Nyctaginaceae	Pisonia	Pisonia floribunda	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Fabaceae	Prosopis	Prosopis pallida	No evaluada (NE)	Ningún apéndice	NO	NO
Malvaceae	Pseudobombax	Pseudobombax millei	Datos Insuficientes (DD)	Ningún apéndice	NO	NO
Malvaceae	Pseudobombax	Pseudobombax septenatum	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Fabaceae	Pseudosamanea	Pseudosamanea guachapele	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Rubiaceae	Randia	Randia aurantiaca	No evaluada (NE)	Ningún apéndice	NO	NO

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	CATEGORÍA DE AMENAZA	APÉNDICES CITES	APROVECHAMIENTO CONDICIONADO	ESPECIES ENDÉMICAS
Fabaceae	Senna	Senna spectabilis	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Fabaceae	Senna	Senna mollissima	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Rubiaceae	Simira	Simira ecuadorensis	No evaluada (NE)	Ningún apéndice	NO	NO
Verbenaceae	Tectona	Tectona grandis	En Peligro (EN)	Ningún apéndice	NO	NO
Polygonaceae	Triplaris	Triplaris cumingiana	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Fabaceae	Vachellia	Vachellia macracantha	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Myristicaceae	Virola	Virola koschnyi	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Rutaceae	Zanthoxylum	Zanthoxylum acuminatum	Preocupación menor (LC)	Ningún apéndice	NO	NO
Rhamnaceae	Ziziphus	Ziziphus thyrsiflora	No evaluada (NE)	Ningún apéndice	NO	NO

Fuente: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.
Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.

De acuerdo con el análisis de las especies de importancia se consideró a los individuos utilizados para aprovechamiento maderable, teniendo un total de 26 especies, distribuidas en 13 familias de las cuales la más representativa es Fabaceae con 9 registros, además de 23 géneros siendo Cordia el que mayor número de especies registro.

Por otra parte las categorías de Amenaza según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) presentaron el mayor número de especies dentro de Preocupación Menor (LC) con 17 especies, seguido de No Evaluada (NE) con 6 especies, en cuanto a las categorías de Vulnerable (VU), En Peligro (EN) y En Peligro Crítico (CR) se registra una especie para cada una, sin embargo se debe mencionar que los individuos registrados dentro de Vulnerable y En Peligro Crítico se encuentra fuera del área de intersección con Bosque y Vegetación Protectora (BVP) y solo la especie *Tectona grandis* que se encuentra en la categoría de En Peligro si se registró dentro de BVP pero es introducida.

En cuanto a los apéndices de CITES ninguna especie se encuentra dentro de los mismos, así mismo no presentan un aprovechamiento condicionado y ninguna es una especie endémica, en su defecto son Nativas la mayoría y algunas especies introducidas.

Análisis de Importancia de las unidades Muestréales

PF001

De acuerdo con los resultados del análisis de se observa una dominancia y mayor representatividad de Cordi hebeclada, seguida de Guazuma ulmifolia y por último Pseudobombax septenatum. La diversidad de la parcela es baja según lo indica el índice Shannon y con una alta dominancia según lo indica el índice Simpson, esto responde a las intervenciones antrópicas presentes en las zonas por las actividades productivas de sus moradores.

PF002

De acuerdo con los resultados del análisis de se observa una dominancia y mayor representatividad de la especie Cochlospermum vitifolium y Guazuma ulmifolia, por otro lado, Erythroxylum glaucum fue la especie de menor importancia de acuerdo con el valor del Índice IVI. De acuerdo con el índice Shannon la diversidad de la parcela es media y presenta una alta dominancia según lo indica el índice Simpson.

PF003

De acuerdo con el índice de importancia IVI la especies que presento el valor más alto fue Cordia alliodora, seguida de Albizia multiflora y Guazuma ulmifolia, en cuanto a las de menor importancia se encuentran Cestrum strigilatum y Ceiba insignis con los valores más bajos. De acuerdo con el índice Shannon la parcela presenta una diversidad baja con un valor de 1,97 y una dominancia alta de acuerdo con el índice Simpson con un valor de 0,8.

PF004

De acuerdo con el índice IVI la especie Albizia multiflora es la de mayor relevancia con una alta dominancia en la parcela, seguida de Pisonia floribunda, en cuanto a la especie menos representativa en el índice tenemos a Ceiba trischistandra y Sapindus saponaria. De acuerdo con el índice Shannon la diversidad de la parcela en media con 2,14 y presenta una dominancia alta de acuerdo con el índice Simpson.

PF005

De acuerdo con el índice de importancia IVI la especie Cochlospermum vitifolium es la de mayor relevancia con la mayor dominancia en la parcela, seguida de Piscidia carthagenensis y como menos importante tenemos la especie Bursera graveolens. De acuerdo con el índice Shannon la diversidad de la parcela es media con un valor de 2,1, en cuanto a la dominancia de acuerdo con el índice Simpson se presenta un valor de 0,8 lo que indica un alto grado de dominancia por parte de ciertas especies en la parcela.

PF006

De acuerdo con el índice de importancia IVI la especie Prosopis pallida es la de mayor relevancia, seguida de uazuma ulmifolia y como menos importante tenemos la especie Pseudosamanea guachapele. De acuerdo con el índice Shannon la diversidad de la parcela es baja con un valor de 0,88, en cuanto a la dominancia de acuerdo con el índice Simpson se presenta un valor de 0,5 lo que indica una dominancia media por parte de ciertas especies en la parcela.

PF007

De acuerdo con el índice de importancia IVI la especie Albizia multiflora es la de mayor relevancia, seguida de Guazuma ulmifolia y como menos importante tenemos la especie Gliricidia brenningii. De acuerdo con el índice Shannon la diversidad de la parcela es baja con un valor de 1,87, en cuanto a la dominancia de acuerdo con el índice Simpson se presenta un valor de 0,8 lo que indica una dominancia alta por parte de ciertas especies en la parcela.

PF008

De acuerdo con el índice de importancia IVI la especie Mangifera indica es la de mayor relevancia, seguida de Cocos nucifera y como menos importante tenemos la especie Spondias purpurea. De acuerdo con el índice Shannon la diversidad de la parcela es baja con un valor de 1,07, en cuanto a la dominancia de acuerdo con el índice Simpson se presenta un valor de 0,5 lo que indica una dominancia media por parte de ciertas especies en la parcela.

PF009

De acuerdo con el índice de importancia IVI la especie Guazuma ulmifolia es la de mayor relevancia, seguida de Prosopis pallida y como menos importante tenemos la especie Triplaris cumingiana. De acuerdo con el índice Shannon la diversidad de la parcela es baja con un valor de 0,95, en cuanto a la dominancia de acuerdo con el índice Simpson se presenta un valor de 0,4 lo que indica una dominancia media por parte de ciertas especies en la parcela.

PF010

En la parcela solo se registró una especie Mangifera indica por lo que se presenta el total del 100% del valor de importancia del índice IVI. Tanto la diversidad como dominancia no se pueden calcular debido al registro de una única especie, teniendo un valor de cero para cada una de ellas.

PF011

De acuerdo con el índice de importancia IVI la especie Guazuma ulmifolia es la de mayor relevancia, seguida de Pseudosamanea guachapele y como menos importante tenemos la especie Erythroxylum spp. De acuerdo con el índice Shannon la diversidad de la parcela es baja con un valor de 0,89, en cuanto a la dominancia de acuerdo al índice Simpson se

presenta un valor de 0,4 lo que indica una dominancia media por parte de ciertas especies en la parcela.

PF012

De acuerdo con el índice de importancia IVI la especie Mangifera indica es la de mayor relevancia, seguida de Inga edulis y como menos importante tenemos la especie Carica papaya. De acuerdo con el índice Shannon la diversidad de la parcela es baja con un valor de 0,70, en cuanto a la dominancia de acuerdo con el índice Simpson se presenta un valor de 0,3 lo que indica una dominancia baja por parte de ciertas especies en la parcela.

PF013

De acuerdo con el índice de importancia IVI la especie Guazuma ulmifolia es la de mayor relevancia, seguida de Albizia multiflora y como menos importante tenemos la especie Pisonia floribunda. De acuerdo con el índice Shannon la diversidad de la parcela es baja con un valor de 1,01, en cuanto a la dominancia de acuerdo con el índice Simpson se presenta un valor de 0,4 lo que indica una dominancia media por parte de ciertas especies en la parcela.

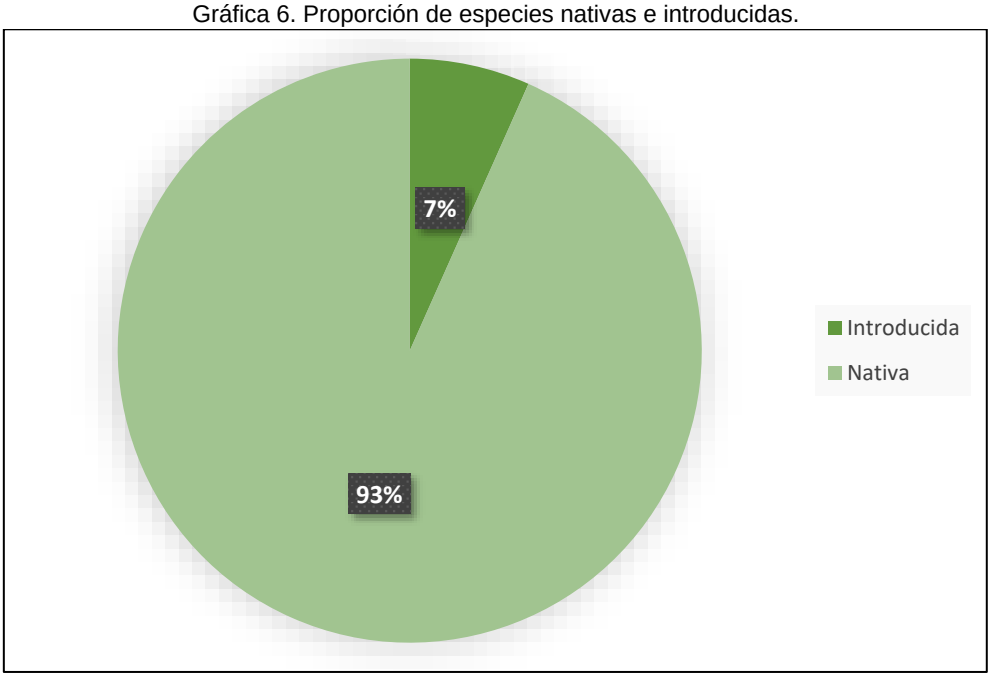
PF014

De acuerdo con el índice de importancia IVI la especie Guazuma ulmifolia es la de mayor relevancia, seguida de Cordia hebeclada y como menos importante tenemos la especie Vachellia macracantha. De acuerdo con el índice Shannon la diversidad de la parcela es baja con un valor de 0,45, en cuanto a la dominancia de acuerdo con el índice Simpson se presenta un valor de 0,2 lo que indica una dominancia baja por parte de ciertas especies en la parcela.

Aspectos ecológicos

De las especies registradas en el estudio no se cuenta con especies endémicas, 41 especies son nativas (91.11%) y 4 especies son introducidas (8.9 %) *Carica papaya* L., *Cocos nucifera* L., *Mangifera indica* L. y *Tectona grandis* L. f.

Gráfica 6. Proporción de especies nativas e introducidas.



Elaboración: Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.

Las categorías de amenaza van desde Preocupación menor (LC) (Bursera graveolens, Caesalpinia glabrata) hasta En Peligro (Centrolobium ochroxylum). En el caso de Centrolobium ochroxylum, se cataloga como una especie En Peligro (EN) a nivel global de acuerdo con la IUCN Red List.

Tabla 16. Endemismo, categorías de amenaza y uso de las especies.

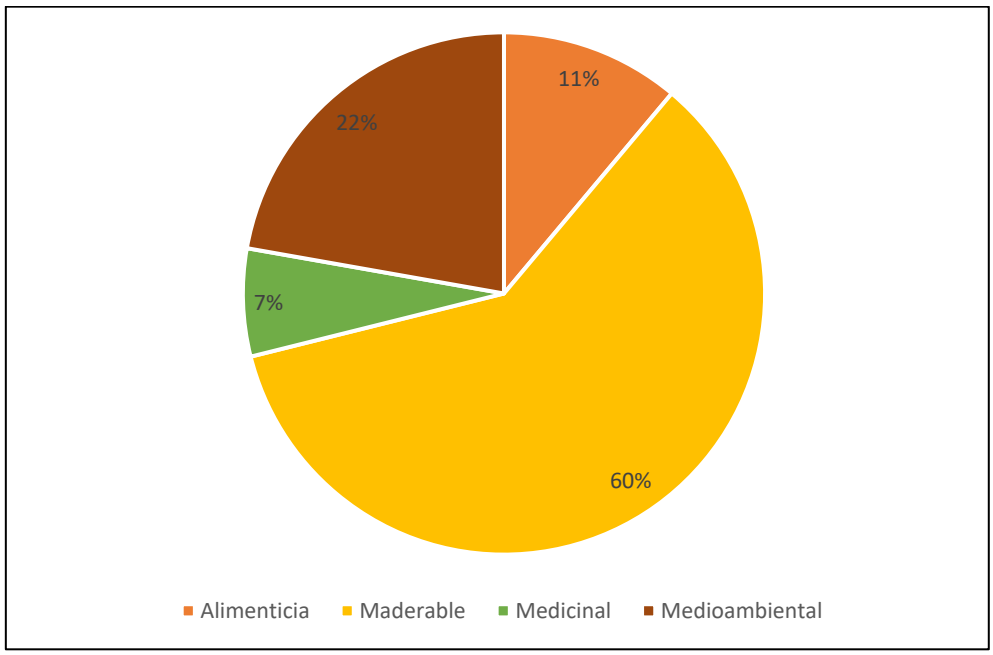
ESPECIE	ESTATUS	USOS	CATEGORÍA DE AMENAZA
Albizia multiflora	Nativa	Medioambiental	No evaluada (NE)
Bombacopsis squamigera	Nativa	Medioambiental	No evaluada (NE)
Bursera graveolens	Nativa	Medicinal	Preocupación menor (LC)
Caesalpinia glabrata	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Carica papaya	Nativa	Alimenticia	Datos Insuficientes (DD)
Ceiba insignis	Nativa	Medioambiental	No evaluada (NE)
Ceiba trischistandra	Nativa	Medioambiental	No evaluada (NE)
Centrolobium ochroxylum	Nativa	Maderable	En Peligro Crítico (CR)
Cestrum strigilatum	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Cochlospermum vitifolium	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Cocos nucifera	Introducida	Alimenticia	No evaluada (NE)
Colicodendron scabridum	Nativa	Maderable	No evaluada (NE)
Cordia lutea	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Cordia alliodora	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Cordia hebeclada	Nativa	Maderable	No evaluada (NE)
Erythroxylum glaucum	Nativa	Medioambiental	No evaluada (NE)
Erythroxylum sp.	Nativa	Medioambiental	No evaluada (NE)
Garcinia intermedia	Nativa	Medioambiental	Preocupación menor (LC)
Geoffroea spinosa	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Gliricidia brenningii	Nativa	Medioambiental	No evaluada (NE)
Guazuma ulmifolia	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Handroanthus chrysanthus	Nativa	Maderable	Vulnerable (VU)
Inga edulis	Nativa	Alimenticia	Preocupación menor (LC)
Machaerium millei	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Mangifera indica	Introducida	Alimenticia	Datos Insuficientes (DD)
Myroxylon peruiferum	Nativa	Medioambiental	Preocupación menor (LC)
Neea amplifolia	Nativa	Medioambiental	Preocupación menor (LC)
Piscidia carthagenensis	Nativa	Medicinal	Preocupación menor (LC)
Pisonia floribunda	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Prosopis pallida	Nativa	Maderable	No evaluada (NE)
Pseudobombax millei	Nativa	Maderable	Datos Insuficientes (DD)
Pseudobombax septenatum	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Pseudosamanea guachapele	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)

ESPECIE	ESTATUS	USOS	CATEGORÍA DE AMENAZA
Randia aurantiaca	Nativa	Maderable	No evaluada (NE)
Sapindus saponaria	Nativa	Medicinal	Preocupación menor (LC)
Senna spectabilis	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Senna mollissima	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Simira ecuadorensis	Nativa	Maderable	No evaluada (NE)
Spondias purpurea	Nativa	Alimenticia	Preocupación menor (LC)
Tectona grandis	Introducida	Maderable	En Peligro (EN)
Triplaris cumingiana	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Vachellia macracantha	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Virola koschnyi	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Zanthoxylum acuminatum	Nativa	Maderable	Preocupación menor (LC)
Ziziphus thyrsiflora	Nativa	Maderable	No evaluada (NE)

Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

Los principales usos de las 45 especies registradas en el estudio corresponden a especies con fines maderables registrando un 60%, estos usos son más de tipo artesanal como mangos para herramientas caseras, postes y vigas y viguetas para construcciones rurales. Las especies utilizadas como comestibles corresponden básicamente a especies donde sus partes utilizadas corresponden a frutos y flores ya sea para consumo directo o elaboración de bebidas de tipo medicinal (7%) y alimenticio (11%). Las especies registradas como medioambientales comprenden aportes para la fauna silvestre sirviéndole de refugio y alimento, además de proveer absorber dióxido de carbono para transformales en oxígeno.

Gráfica 7. Usos de las especies registradas en el inventario forestal.



Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

5.6 CONCLUSIONES INVENTARIO FORESTAL

- En las áreas de cobertura de bosque del proyecto “Estudios y diseños definitivos de la vía sector Fátima-Villao-Límite Provincial, incluye puentes en el cantón Pedro Carbo de la provincia del Guayas”, se registró una riqueza de especies baja con 21 familias, 45 géneros, y 44 especies botánicas.
- La vegetación del área de bosque dentro de la zona de influencia del proyecto está compuesta principalmente por *Guazuma ulmifolia, Mangifera indica, Albizia multiflora, Cochlospermum vitifolium, Prosopis pallida, Piscidia carthagenensis Jacq., Gliricidia brenningii, Senna mollissima, Cestrum strigilatum,Cordia alliodora.* Asociadas a estas especies, aunque con menor abundancia se encuentran las siguientes *Bursera graveolens, Simira ecuadorensis, Ziziphus thyrsiflora, Randia aurantiaca, Senna spectabilis, Erythroxylum glaucum, Ceiba trischistandra, Spondias purpurea, Triplaris cumingiana, Erythroxylum sp., y Colicodendron scabridum.*
- La zona de estudio presenta una diversidad media de acuerdo con los índices de Shannon y una diversidad alta de acuerdo con el índice Simpson.
- Se registró especie *Tectona grandis* L. f. en estado vulnerable a nivel global, la misma que es introducida, la especie *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose, se encuentra en estado Vulnerable a nivel global y otras especies en preocupación menor.
- Los principales usos de las especies registradas en el estudio corresponden a especies con fines maderables, estos usos son más de tipo artesanal como mangos para herramientas caseras, postes y vigas y viguetas para construcciones locales, las mismas que no son comerciales, y que ayudan a satisfacer las necesidades locales.
- De acuerdo con el Acuerdo Ministerial 41 el proponente, le corresponde cancelar el valor de **161.58** dólares de los Estados Unidos de Norteamérica, por concepto de pie de monte por hectárea a intervenir.

5.7 VALORACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

De acuerdo con la información generada por el inventario forestal e información secundaria, se logra identificar los principales bienes y servicios que de manera directa e indirecta contribuyen en la generación de aportes económicos a las comunidades en el área de influencia. Es posible cuantificar y obtener un precio de mercado para cada uno de esos bienes y servicios identificados.

En el presente acápite, se pretende mostrar los principales bienes y servicios ecosistémicos de la zona de influencia del proyecto “Estudios y diseños definitivos de la vía sector Fátima-Villao-Límite Provincial y, una estimación de los aportes actuales y potenciales de las diversas formas en que se los utilizan con base a una superficie de **25.21 ha** de área a intervenir de las cuales **1.59 ha** corresponde a bosque nativo.

5.7.1 METODOLOGÍA

Identificación de los bienes y servicios ambientales

Para identificar los principales bienes y servicios ambientales en el proyecto, se utilizó la guía de los Ecosistemas del Milenio, (Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2005) seleccionando los principales bienes y servicios ambientales en cuatro grupos principales de bienestar humano: "apoyo", "aprovisionamiento", "regulación" y "culturales".

Ilustración 2. Guía para identificar los servicios de los ecosistemas de acuerdo con los componentes de bienestar humano.



Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.
Fuente: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005.

Bajo este esquema se identificó varios servicios y bienes ambientales los cuales se relacionan con los componentes de bienestar humano, de servicios de regulación, de aprovisionamiento y culturales.

Tabla 17. Principales servicios y bienes ambientales presentes en los bosques del proyecto.

SERVICIOS AMBIENTALES	BIENES AMBIENTALES
• Secuestro de carbono (regulación) Belleza escénica (cultural)	• Agua (aprovisionamiento) • Productos maderables y no maderables del bosque (aprovisionamiento) • Productos medicinales derivados de la biodiversidad (aprovisionamiento) Plantas para realizar artesanías (cultural)

Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda. 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda. 2024.

Dentro del estudio, se realizó la valoración económica del secuestro de carbono (regulación) por la disponibilidad de información (inventario forestal), la valoración de productos forestales maderables y no maderables y, la valoración económica del recurso agua (aprovisionamiento). Para determinación del carbono fijado, se consideró los diferentes estratos de la vegetación intervenidos por el proyecto "Estudios y diseños definitivos de la vía sector Fátima-Villao-Límite Provincial, las superficies se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 18. Principales servicios y bienes ambientales presentes en los bosques del proyecto.

COBERTURA	SUPERFICIE A INTERVENIR (m^2)	SUPERFICIE A INTERVENIR (ha^{-1})
Bosque nativo	15.900	1.59
Total	**15.900**	**1.59**

Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

En cuanto a la valoración económica del uso especies para artesanías no se realizó tal valoración, pues en el sector no existe esta actividad como fuente de ingreso económico por parte de las comunidades aledañas.

La información relacionada al análisis socioeconómico de las comunidades donde los principales medios de vida a que se dedica la población son la agricultura, ganadería, silvicultura de subsistencia, venta de mano de obra local y el comercio al por mayor y menor en los sectores de Pedro Carbo.

Regularización de gases con efecto invernadero (secuestro de carbono)

Para realizar la estimación de los aportes por el servicio de mitigación de gases de efecto invernadero, se trabajó con la base de datos del inventario forestal se calculó la cantidad de carbono almacenado (ton ha $^{-1}$) y las tasas de fijación (Ton ha^{-1} año). Para el cálculo de carbono, se consideró el volumen de madera en pie de las especies ha^{-1}, el contenido de humedad 0.5 (50% de materia seca en el volumen estimado) (Russo, 2009), el contenido de carbono 0.5 (50% del contenido de materia seca) (Russo, 2009) y un factor de expansión de la biomasa de 0.6 (IPCC, 2006). Adicionalmente se consultó información secundaria sobre el carbono almacenado mediante el mapa de carbono almacenado en bosques del Ministerio del ambiente (MAE 2012) con el fin de cotejar la información levantada y estimada en el estudio.

Se estableció un cobro de 6.2 USD /Ha/año por la remoción de CO2 mediante fijación de carbono (Mercado de Carbono Neutro). Relacionando los parámetros anteriores, la estimación del aporte a la fijación de carbono se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

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

Dónde:

Y_c : aportes por la fijación de carbono ($/año)
P_c : Precio ($/ton) del carbono fijado
Q_i^c : Cantidad de carbono fijado (ton/ha/año)
N_i^c : Número de hectáreas reconocidas para fijación de carbono
i: Tipo de bosque considerado para el servicio de fijación de gases con efecto invernadero.

Belleza escénica como servicio ambiental de los bosques

El servicio ambiental de belleza escénica no es cuantificable; por lo tanto, no es posible monitorear un volumen o cantidad específica del servicio. Ante la imposibilidad de ofrecer o mercadear una cantidad física de este servicio, no es posible tener un precio de mercado específico.

Existen preliminarmente dos maneras de determinar este valor. Por un lado, mediante la disposición de pago que el turista lo hace por el disfrute de la belleza escénica (especies protegidas, endémicas, de interés científico, paisaje singular, humedales, etc.) que posea un determinado ecosistema. La segunda, es acercar el valor monetario que cada turista debe pagar es por medio del costo que representa para el ente administrativo mantener la calidad del servicio de belleza escénica que brinda el ecosistema.

Aprovechamiento de agua como insumo, en las comunidades de influencia del bosque

Dado que el agua es un bien que consumen las distintas actividades económicas para su respectivo proceso productivo. Estas actividades tienen un consumo medido en (m3/año), por el cual deberían pagar un precio ($/año). Como el agua es un bien que puede ser utilizado en distintas actividades y el comprador puede aplicarlo para diferentes fines, no se hará diferencias entre sectores económicos. Para recopilar información acerca del costo por metro cubico de agua y la demanda del recurso anual, se recopiló información de los Municipios del sector a fin de solicitar la información sobre precios del bien y valores de demanda para las comunidades que poseen relación directa con la zona de estudio.

Los valores de demanda fueron recopilados mediante consulta directa a guías locales (los mismos que estimaron una cantidad referencial relacionada con la demanda para cultivos de la zona y actividades de ganadería vacuna) ya que, dentro de los predios de la superficie a ser intervenida, no se ubican caseríos o familias que proporcione de primera mano dicha información. Con todos los datos se aplicó la siguiente ecuación:

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

Dónde:

Ya : aportes por el aprovechamiento del agua como insumo ($/año)
Pa : Precio del agua como insumo de la producción ($/m³)
Q_i^a : Demanda de agua en el sector i (m³/año).

Productos maderables y no maderables del bosque

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

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

Donde:

Y_m : Aportes por el aprovechamiento de productos maderables y no maderables ($/año)
P_i^{mn} : Precio del bien i ($/m³)
Q_i^{mn} : Volumen del bien i (m³/año)

Productos medicinales derivados de la biodiversidad

Algunas plantas silvestres son utilizadas como productos medicinales para el tratamiento de ciertas enfermedades. Normalmente es posible cuantificar el volumen utilizado en kilogramos para estos productos. Además, se asume que existe un precio en el mercado que el consumidor está dispuesto a pagar. En el sector de influencia del proyecto "Estudios y diseños definitivos de la vía sector Fátima-Villao-Límite Provincial, mediante entrevistas a las comunidades se precisó su uso, volumen referencial generalizado para plantas medicinales y su valor ponderado en el mercado. Por lo tanto, la ecuación para estimar los aportes derivados de plantas medicinales de origen silvestre es:

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

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

P_i^{ms} : Precio del bien medicinal silvestre i

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

Plantas ornamentales

Como sucede con las plantas medicinales, existe una explotación/extracción de plantas ornamentales con fines comerciales. Actualmente se ha desarrollado una actividad económica basada en la producción artificial de plantas ornamentales lo que ha disminuido la presión por la extracción de plantas silvestres. La cuantificación de las plantas silvestres comerciadas se realiza por unidad de planta extraída. Estas plantas tienen un precio en el mercado mediante la siguiente ecuación se puede estimar los aportes provenientes de esa actividad:

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

Donde:

Y_{ar}: Aportes por el aprovechamiento de plantas ornamentales de la biodiversidad ($/año)

P_i^{po}: Precio de las plantas ornamentales i ($/unidad)

Q_i^{po}: Cantidad vendida de las plantas ornamentales i (unidades/año)

Artesanías

La contabilidad de las artesanías comerciales involucra una serie de dificultades propias de esa actividad. Normalmente, su comercialización es por precios, sin tener una unidad de medida establecida y única. Esto obliga a contabilizar el número de piezas que se demandan en el mercado y a conocer el precio de cada pieza. Si para algunos productos es factible contar con una unidad de medida diferente al de la pieza, como sucede en términos de volumen, la estimación requiere conocer el precio por unidad de volumen demandado. Es decir, en el caso de productos que se comercializan por pieza la estimación estaría dada por:

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

Donde:

Y_{ar}: Aportes por la comercialización de artesanías de origen silvestre ($/año)

P_i^{ar}: Precio de la pieza i ($/pieza)

Q_i^{ar}: Demanda de la pieza i (pieza/año)

En cambio, si hubiera una cuantificación por volumen, la estimación estaría dada por:

$$Y_{ar}^{i} = \sum_{i=1}^{n} \overline{P^{ar}} Q_i^{ar}$$

Donde:

Y_{ar}^{i}: Aportes por la venta de artesanías de origen silvestre ($/año)

$\overline{P^{ar}}$: Precio de la artesanía i ($/unidad de volumen)

Q_i^{ar}: Demanda de la artesanía i (unidad de medida/año)

Aportes totales por servicios y bienes ambientales de la biodiversidad

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

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

Donde:

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

Y_K : Aporte de cada componente de la biodiversidad

5.7.2 RESULTADOS

Regularización de gases con efecto invernadero (secuestro de carbono)

La mayor parte de la superficie de intervención directa del proyecto “Estudios y diseños definitivos de la vía sector Fátima-Villao-Límite Provincial corresponde a vegetación intervenida y bosque secundario, según el análisis de los datos obtenidos en el campo (inventario forestal), por ello se obtiene 12.09 t de carbono fijado.

> **Biomasa =** Volumen total de madera (53.86 m^3/ha) x Factor de forma (0,7) x densidad de madera para bosques de tropicales de América según la FAO (0,568 t/m^3).

El valor resultante de este cálculo se multiplicó por 0,5 el cual es el coeficiente indicado por el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) para determinar la cantidad de carbono fijado del total de la biomasa existente en el área, siendo la fórmula empleada:

> **Carbono fijado =** Biomasa x Coeficiente de fijación (0,5).

Una vez obtenidas las variables necesarias se procedió a determinar el costo del servicio ambiental del área total a ser intervenida, resultando en un valor de: Ingreso anual por fijación de carbono ($/año):

> **Biomasa =** 53.73 m^3/ha x 0,7 x 0,568 t/ m^3 = 21.41 t/ha

> **Carbono fijado =** Biomasa (21.46 t/ha) x Coeficiente de fijación (0,5) = 10.70 t/ha

La superficie por intervenir con actividades del proyecto “Estudios y diseños definitivos de la vía sector Fátima-Villao-Límite Provincial es de 25.21 ha, de las cuales solo en 1.59 ha se realizará remoción de cobertura vegetal de bosque natural. En este tipo de cobertura la superficie a remover es de 1.59 ha y tal como se mencionó en la metodología, el valor a pagar es USD 6.2/Ton.C.

Tabla 19. Aportes por servicios ambientales por almacenamiento y secuestro de carbono.

TIPO DE VALOR	*COMPONENTE*	*REFERENCIA*	*COSTO UNITARIO (USD)*	*DETALLE*	*VALOR A PAGAR (USD)*
Servicios ambientales	Almacenamiento y secuestro de carbono	IPCC, 2006	6.2/Ton.C.	10.70 Ton.C/ha. * 1.59 ha. * 6.2 USD/t/C. (Bosque natural)	**105.48**

Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

Con los datos mencionados y la aplicación de la ecuación dada por el Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS) se obtiene un valor a pagar de **USD 105.48.**

Belleza escénica como servicio ambiental de los bosques (paisaje)

Se interpreta como la disposición a pagar un turista por el ingreso al bosque (sea porque el área posee especies protegidas, endémicas, de interés científico, paisaje singular, humedales, etc.). Este valor se reduce en cuanto a belleza escénica en el área del proyecto debido a que el área se encuentra muy intervenida, casi sin cobertura natural, por lo que es poco probable que en esta se produzcan réditos económicos por belleza escénica dando un valor final de **$0.**

De esta manera se establece que el valor económico de este componente es de $ 0.00 USD.

Agua como insumo para la producción

En este inventario no se realiza la valoración del agua como insumo para la producción debido al ecosistema no existe un régimen hídrico estable, si no una estacionalidad bien definida donde prevalece la época de verano. Y los principales medios de producción son estacionales y centrados en la época de lluvia.

De esta manera se establece que el valor económico de este componente es de **$ 0.00 USD.**

Productos maderables y no maderables del bosque

Como se mencionó anteriormente, las Comunidades dedican su tiempo a los medios y estrategias de vida de agricultura y ganadería. Sin embargo, para la zona de bosques se puede evidenciar productos de tipo maderable que posiblemente se puede comercializar.

De acuerdo con los datos del inventario forestal se obtuvo una estimación de volumen total de 53.86 m^3/ha. de madera aprovechable a nivel de rodal con un diámetro mayor o igual a 10 cm.

Se determina una superficie a remover con actividades de implementación del proyecto “Estudios y diseños definitivos de la vía sector Fátima-Villao-Límite Provincial de 1.59 ha de bosque. El precio establecido en la normativa forestal para comercialización de madera (maderas blandas o suaves) fluctúa en 3 USD. /m^3 considerando el valor de pie de monte.

Tabla 20. Aportes por bienes ambientales de productos maderables y no maderables del bosque.

TIPO DE VALOR	COMPONENTE	REFERENCIA	COSTO UNITARIO (USD)	DETALLE	VALOR A PAGAR (USD)
Bienes ambientales	Productos maderables y no maderables del bosque	AM No, 076: Disposición 1ra	$ 3,00	53.86 m^3/ha, x 1.59 ha ha, x 3.0 USD/m^3.	**256.91**

Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024.
Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

Con base en estos parámetros se obtiene una valoración de **USD 256.91.**

Productos medicinales derivados de la biodiversidad

En este inventario se registró un individuo de la especie *Bursera graveolens* que produce derivados como aceites esenciales, sin embargo, el lugar no se desarrolla esta actividad por lo que este producto no se considera en la valoración.

De esta manera se establece que el valor económico de este componente es de **$ 0.00 USD.**

Plantas ornamentales

Para este inventario forestal no se registraron especies forestales que sean usadas como ornamentales, por lo que éste bien no es evaluado económicamente.

De esta manera se establece que el valor económico de este componente es de **$ 0.00 USD.**

Artesanías

En el caso del presente proyecto, se determinó que en el área a intervenir no existen actividades económicas que involucren la confección de artesanías, por lo tanto, el valor económico de este componente será nulo.

De esta manera se establece que el valor económico de este componente es de **$ 0.00 USD.**

Aportes totales por servicios y bienes ambientales de la biodiversidad

Haciendo una sumatoria de todos los valores de cada uno de los bienes y servicios valorados en el estudio, se determinó un valor económico por el total de aportes de la biodiversidad, en el proyecto “Estudios y diseños definitivos de la vía sector Fátima-Villao-Límite Provincial de **USD 362.39.**

Tabla 21. Resumen de aportes totales.

TIPO DE VALOR	COMPONENTE	VALOR A PAGAR (USD)
Servicios ambientales	Secuestro de carbono	105.48
	Belleza escénica	0.00
Bienes ambientales	Agua	0.00
	Productos maderables y no maderables del bosque	256.91
	Productos medicinales	0,00
Total a pagar		**362.39**

Elaboración: Equipo Consultor Kawsus Cía. Ltda., 2024
Fuente: Kawsus Cía. Ltda., 2024.

Este valor puede considerarse para una implementación de políticas e incentivos de pago por servicios ambientales a los sectores aledaños al proyecto “Estudios y diseños definitivos de la vía sector Fátima-Villao-Límite Provincial.

5.7.3 CONCLUSIONES DE LA VALORACIÓN DE BIENES Y SERVICIOS

- En los ecosistemas estudiados se logró identificar bienes y servicios ambientales como: secuestro de carbono, belleza escénica, agua, productos maderables y no maderables del bosque, plantas medicinales y ornamentales.
- El valor económico total en el área de estudio correspondiente al Inventario Forestal ejecutado asciende a **$ 362.39** dato importante para establecer políticas e incentivos dentro de estos ecosistemas.
- La valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos del proyecto “Estudios y diseños definitivos de la vía sector Fátima-Villao-Límite Provincial muestra un aporte significativo a la economía del sector; sin embargo, al relacionar este valor por el número de ha a intervenir el monto es relativamente bajo.

5.8 BIBLIOGRAFIA

Conesa Fernández, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.* Madrid: Ediciones Mundi-Presa.

Cumba, L. (2017). *Guía de procedimientos administrativos y penales para el control del tráfico ilegal de vida silvestre, elementos constitutivos y muestras biológicas en el Ecuador.* Ecuador: LETRA SABIA.

De la Torre, Navarrete, Muriel, Macía & Balslev. (2008). Enciclopedia de Plantas Útiles del Ecuador. *Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.

Humboldt, A. (2004). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*.

Jogersen, P. M., & León-Yánez, S. (1999). Catálogo de plantas vasculares del Ecuador. *Missouri Botanical Garden*.

Juárez, Y. (2014). *Dasometría: Apuntes de Clase y Guía de Actividades Prácticas.* Bolivia.

Magurran. (1988). Ecological diversity and its measurement. New Yersey: Princeton University Press.

Matteucci, S., & Colma, A. (2002). *METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN .* Buenos Aires.

Moreno. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad.* Zaragoza: M&T–Manuales y Tesis SEA.

Mostacedo & Fredericksen. (2000). Manual de métodos básicos de demostración y análisis en ecología vegetal. *Proyecto de Manejo Forestal Sonstenible (BOLFOR)*.

Naranjo, J., Torres, M., & Quijano, M. (2018). On growth habits and forms: the utility of stem anatomy to define growth habits of Melastomataceae. *Acta Botanica Mexicana*, 35.

Noguera, E. (2017). El Endemismo: Diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta Zoológica Mexicana*, 20.

Romero & Carreño. (2015). Listado general de métodos empleados en los trabajos de grado. *Universidad distrital de Colombia*.

Squeo, F., Arancio, G., & Gutiérrez, J. (2008). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. En F. Squeo, G. Arancio, & J. Gutiérrez, *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama.* Atacama, Chile: La Serena.

Trimble Business Center. (2015). Software de oficina Trimble Business Center. *Notas Técnicas TBC*.