



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**Trabajo de Titulación presentado como requisito previo a la
obtención del título de Ingeniero Forestal**

DETERMINACIÓN DE COSTOS DE EXTRACCIÓN DE MADERA ASERRADA DE *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (COPAL) POR CABLE AÉREO Y ACÉMILA EN LAS PARROQUIAS DE ALTO TAMBO Y LITA EN EL NOROCCIDENTE DEL ECUADOR

AUTOR

Elías Samuel Espinoza Solarte

DIRECTOR

Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila

IBARRA - ECUADOR

2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

SECRETARIO JURÍDICO

Ibarra, 20 de abril de 2016

Doctor
Bolívar Batallas B.
**DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

Señor Decano:

Quienes firmamos a continuación, **CERTIFICAMOS** haber recibido de manera impresa y/o digital el trabajo de titulación: **DETERMINACIÓN DE COSTOS DE EXTRACCIÓN DE MADERA ASERRADA DE *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (COPAL) POR CABLE AÉREO Y ACÉMILA EN LAS PARROQUIAS DE ALTO TAMBO Y LITA EN EL NOROCCIDENTE DEL ECUADOR.** De autoría del señor Elías Samuel Espinoza Solarte, egresado de la Carrera de Ingeniería Forestal, de acuerdo a la reglamentación universitaria.

Atentamente,

TRIBUNAL DE GRADO

FIRMA

Ing. For. Eduardo Chagna
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. María Vizcaino

MIEMBRO TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Fabián Chicaiza
MIEMBRO TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Hugo Vallejos, Mgs.
MIEMBRO TRIBUNAL TRABAJO DE TITULACIÓN

Misión Institucional:

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del Proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	100314047-0
Apellidos y nombres:	Espinoza Solarte Elías Samuel
Dirección:	Sánchez y Cifuentes y Tobías Mena 21-81
Email:	samuel0183@hotmail.com
Teléfono fijo:	
	Teléfono móvil: 0989323244

DATOS DE LA OBRA	
Título:	DETERMINACIÓN DE COSTOS DE EXTRACCIÓN DE MADERA ASERRADA DE <i>Dacryodes olivifera</i> Cuatrec. (COPAL) POR CABLE AÉREO Y ACÉMILA EN LAS PARROQUIAS DE ALTO TAMBO Y LITA EN EL NOROCCIDENTE DEL ECUADOR.
Autor:	Elías Samuel Espinoza Solarte
Fecha:	29 de abril del 2016
Solo para trabajos de grado	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ing. Forestal
Director:	Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Elías Samuel Espinoza Solarte**, con cédula de ciudadanía Nro. 100314047-0; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

3. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 29 de abril del 2016

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN:



.....
Elías Samuel Espinoza Solarte

C.I.:100314047-0



.....
Ing. Betty Chávez

JEFE DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Elías Samuel Espinoza Solarte**, con cédula de identidad Nro.100314047-0; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominada **DETERMINACIÓN DE COSTOS DE EXTRACCIÓN DE MADERA ASERRADA DE *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (COPAL) POR CABLE AÉREO Y ACÉMILA EN LAS PARROQUIAS DE ALTO TAMBO Y LITA EN EL NOROCCIDENTE DEL ECUADOR** que ha sido desarrolla para optar por el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.


.....
Elías Samuel Espinoza Solarte
C.I.:100314047-0

Ibarra, a los 29 días del mes de abril del 2016

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 29 de abril del 2016

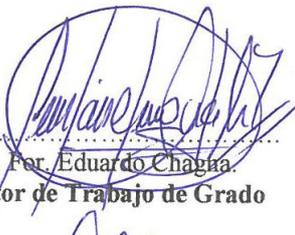
Elías Samuel Espinoza Solarte: DETERMINACIÓN DE COSTOS DE EXTRACCIÓN DE MADERA ASERRADA DE *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (COPAL) POR CABLE AÉREO Y ACÉMILA EN LAS PARROQUIAS DE ALTO TAMBO Y LITA EN EL NOROCCIDENTE DEL ECUADOR/ TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Forestal.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal Ibarra, 29 de abril del 2016. 79 páginas.

DIRECTOR: Ing. For. Eduardo Chagna

El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar los costos de extracción de madera aserrada de *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (Copal) por cable aéreo y acémila en las parroquias de Alto Tambo y Lita en el noroccidente del Ecuador. Entre los objetivos específicos se encuentra: Establecer los costos de instalación del sistema cable aéreo, Determinar rendimientos y volúmenes en el transporte de madera aserrada por los dos sistemas y Comparar los costos de transporte a través de los sistemas de cable aéreo y acémila.

Fecha: 29 de abril del 2016



.....
Ing. For. Eduardo Chagna
Director de Trabajo de Grado



.....
Elías Samuel Espinoza Solarte
Autor

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a Mi Dios, por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de la carrera; a mi madre Flor Solarte, quien con su apoyo, ha hecho posible para que cumpla mis metas; a mi esposa Olivia Tarapues quien ha estado junto a mi dándome su apoyo y ayuda para que cumpla mi sueño, a mi hija Valentina es mi fuerza de inspiración y lo más importante en mi vida, a mi hermana Verónica que es mi apoyo moral de seguir adelante, a mi Suegros Comero y Gardenia por brindarme su cariño y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad técnica del Norte donde pude desarrollarme como profesional y ser humano, por brindarme la oportunidad de conocer las bondades de nuestro Ecuador, y a los catedráticos de la carrera de ingeniería forestal con sus enseñanzas y amistad que me han brindado.

Manifiesto mi sincero agradecimiento a la Ing. María Vizcaino por ser una maestra amiga, sus consejos y la confianza depositada en mí y brindarme su ayuda, con su valioso conocimiento, su tiempo y estructuración que me ha guiado en el desarrollo de mi investigación para culminar con éxito mis estudios universitarios.

Además expreso mi profundo agradecimiento a mi Director de mi trabajo de grado Ing. Eduardo Phagna, y asesores Ing. Hugo Vallejos, Fabián Phicaiza, quienes con sus experiencias, ideas y sugerencias han contribuido para la realización de la investigación.

Gracias a los Gres. Juan Morillo y Luis Morales por permitirme realizar mi investigación en sus propiedades y facilitarme los equipos, la enseñanza, uso y funcionamiento de cada uno de ellos en el sistema de cable aéreo y acémila.

A mis compañeros y familiares que me motivaron en seguir adelante en este trabajo hasta alcanzar el objetivo de culminar mi investigación y a mi esposa por su apoyo en todo momento hasta la finalización de mi carrera universitaria.

RESUMEN

El presente estudio “Determinación de costos de extracción de madera aserrada de *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (Copal) por cable aéreo y acémila en las parroquias de Alto Tambo y Lita en el noroccidente del Ecuador” realizado en los sectores de Santa Rita y El Cristal se analizaron las siguientes condiciones y objetivos: Establecer los costos de instalación del sistema cable aéreo para determinar rendimientos y volúmenes en el transporte de madera aserrada y comparar los costos de transporte a través del sistema de acémilas. Los diagnósticos obtenidos en el estudio para el costo de instalación de los sistemas de transporte de tablonetes; por cable aéreo fueron de \$6234,57 dólares americanos y acémilas \$4618,87 dólares americanos donde se consideró materiales, equipos, combustibles, depreciación, repuestos, salarios y mano de obra. Luego se realizó el análisis comparativo entre los rendimientos y volúmenes de tablonetes transportados en los dos sistemas con resultados que tomaron en cuenta el esfuerzo físico y condiciones biológicas de las acémilas y que se debe considerar que es una desventaja ante el empleo de la tecnología, por lo que el rendimiento en el transporte de tablonetes por acémila fue inferior al transporte por cable aéreo. Con ocho acémilas y dos viajes diarios se transportaron 64 tablonetes con un volumen de 1,92 m³, en cambio en el día por el sistema de cable aéreo se transportaron 3,16 m³, en razón de que las distancias recorridas en la extracción de tablonetes por cable aéreo y por acémilas es similar (1608m). Se puede determinar que el costo de extracción por tablonete por el sistema de cable aéreo fue de \$1,50 dólares americanos muy inferior al transporte por acémilas que fue de \$2,32 dólares por unidad. Finalmente el trabajo investigativo a pesar de recomendar el empleo de transporte por cable aéreo para este tipo de transporte y condiciones establecidas, no deja de reconocer que el trabajo que se realiza por acémilas tiene también sus ventajas y uso tradicional para transportar madera de los bosques.

SUMMARY

This investigation "Costing extraction lumber *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (Copal) through air cable and sumpter in the parishes of Alto Tambo and Lita in the northwestern of Ecuador" This investigation was done in Santa Rita and Cristal where the following conditions and goals were analyzed: To establish the costs of the air cable system, to determine yields and volumes in the transport of lumber and compare the costs of transportation through the system of sumpter. The diagnoses obtained in the study for the installation cost of board transport system through air cable was of \$ US \$ 6234.57 and sumpter US \$4618,87 where it was consider materials, equipment and workforce. After that, a comparative analysis was done between yields and volumes of boards transported using both systems with results that were taking into account such as the physical effort and biological conditions of the sumpter, and that it should be considered a disadvantage to the use of technology and that is why the performance in the board transportation through sumpter was lower than the air cable transport. Every sumpter in a daily trip transported four boards with a volume of 1.92 m³, while in the day through the air cable system it was transported 3.16 m³, where the distances covered from the board extraction through air cable and sumpter were similar (1608m). Therefore, it is determine that the cost of extraction board through air cable system was of \$ 1.50 US dollars to the sumpter transport that was \$ 2.32 per unit. Finally, in despite of recommending the use of air cable transport for this type of transportation and conditions established, it acknowledges that the work done through sumpter has its advantages and traditional use to transport wood from the forests.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
CAPÍTULO I.....	1
1 MARCO CONTEXTUAL.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Específicos	3
1.3 PREGUNTAS DIRECTRICES	3
CAPÍTULO II	4
2 MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	4
2.1.1 Línea de investigación	4
2.2 Marco legal para el aprovechamiento de madera	4
2.2.1 Constitución Política de la República del Ecuador.....	4
2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.3.1 Bosques tropicales	5
2.3.2 Aprovechamiento Forestal	6
2.3.3 Construcción de caminos Forestales	6
2.3.4 Transporte de madera.....	7
2.3.4.1 Arrastre de madera.....	7
2.3.4.2 Transporte mecanizado	8
2.3.4.3 Transporte menor	8
2.3.4.4 Transporte mayor	9
2.3.4.5 Transporte por fuerza de gravedad	10
2.3.4.6 Transporte por fuerza animal	10
2.3.4.7 Transporte con caballos	11

2.3.4.8	Transporte con mulas	12
2.3.4.9	Transporte manual o fuerza humana.....	12
2.3.4.10	Transporte por cable aéreo.....	13
2.3.4.10.1	Tipos de cables de uso forestal.....	14
2.3.4.10.2	Partes del sistema de cables aéreos:	14
2.3.4.10.3	Estructura del cable	16
2.3.5	Distancias de transporte	16
2.3.6	Análisis de Costos.....	17
2.3.6.1	Costos.....	17
2.3.6.1.1	Clasificación de los costos	17
2.3.6.1.2	Costos de aprovechamiento forestal.....	18
2.3.6.1.3	Costos de rendimiento	19
2.3.6.2	Egresos.....	19
2.3.6.3	Depreciación	20
2.3.7	Periodos.....	20
2.3.7.1	Tiempos.....	20
2.3.7.2	Rendimiento.....	21
2.3.7.3	Metodos de Cronometraje.....	21
2.3.8	Cuidado de la herramienta	¡Error! Marcador no definido.
2.3.9	Descripción de la especie.....	22
2.3.9.1	Características organolépticas de la madera	22
2.3.9.2	Características macroscópicas de madera.....	22
2.3.10	Madera aserrada	23
2.3.10.1	Cubicación de madera aserrada	23
2.3.10.2	Partes de un tablón	23
2.3.11	Investigaciones similares.	24
CAPÍTULO III.....		26
3	MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1	UBICACIÓN DEL ESTUDIO	26
3.1.1	Clasificación Ecológica	27
3.2	CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO.....	28

3.2.1	Sector 1: El Cristal – Alto Tambo.....	28
3.2.1.1	Suelos y topografía	28
3.2.1.2	Forestal.....	29
3.2.1.3	Económico productivo	30
3.2.2	Sector 2: Santa Rita - Lita.....	31
3.2.2.1	Suelo y Topografía.....	31
3.2.2.2	Forestal.....	32
3.2.2.3	Económico productivo	33
3.3	MATERIALES	34
3.4	METODOLOGÍA	34
3.4.1	Análisis de costos.....	35
3.4.1.1	Costos fijos.....	35
3.4.1.2	Costos Variables	35
3.4.2	Costo total	41
3.5	TOMA DE DATOS	41
3.5.1	Tiempos efectivos:	41
3.5.2	Tiempos no productivos.....	42
3.5.3	Tiempo total:	42
3.5.4	Estimadores estadísticos	42
3.5.5	Análisis comparativos de los dos sistemas planteados para la determinación de costos de extracción de madera aserrada.....	43
CAPÍTULO IV		44
4	RESULTADOS.....	44
4.1	COSTOS DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CABLE AÉREO ..	44
4.1.1	Costos fijos.....	44
4.1.1.1	Costos de inversión	44
4.1.1.2	Depreciación	44
4.1.1.3	Total costos fijos	45
4.1.2	Costos variables	45
4.1.2.1	Costos operacionales.....	45
4.1.3	Costos Totales.....	45

4.1.4	Tiempos efectivos y no productivos para la instalación y desmontaje del sistema de cable aéreo.....	46
4.2	COSTOS DEL SISTEMA DE ACÉMILAS	47
4.2.1	Costos fijos.....	47
4.2.1.1	Costos de inversión	47
4.2.1.2	Depreciación	47
4.2.1.3	Total costos fijos	47
4.2.2	Costos variables	47
4.2.2.1	Costos operacionales.....	47
4.2.3	Resumen total de los costos	48
4.2.4	Tiempo efectivo y muerto para la instalación y desmontaje del sistema de cable aéreo.	49
4.3	TIEMPO, RENDIMIENTO Y VOLUMEN POR EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE CABLES AÉREOS.....	49
4.4	TIEMPO RENDIMIENTO Y VOLÚMEN POR EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE ACÉMILAS.....	50
4.4.1	Análisis comparativo entre los tiempos rendimientos y volúmenes de tablones transportados en los sistemas.....	51
4.4.2	Estimadores estadísticos de los tiempos de transporte de carga, recorrido y descarga por cable aéreo	52
4.4.3	Estimadores estadísticos para los tiempos de carga, recorrido y descarga por acémilas.	53
4.4.4	Prueba de t de Student.....	53
4.5	COSTOS DE TRANSPORTE DE TABLONES POR CABLES AÉREOS.....	54
4.6	COSTOS DE TRANSPORTE DE TABLONES POR ACÉMILA.....	55
4.6.1	Análisis comparativo de los costos por sistema de transporte de tablones.....	55
	CAPÍTULO V.....	57
5	DISCUSIÓN	57
5.1	COSTOS DEL SISTEMA CABLE AÉREO.....	57

5.2	RENDIMIENTO Y VOLUMEN DEL TRANSPORTE DE TABLONES POR SISTEMAS DE SACA	58
5.3	COSTOS DE TRANSPORTE A TRAVÉS DE LOS SISTEMAS DE CABLE AÉREO Y ACÉMILA.....	59
CAPÍTULO VI.....		61
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
6.1	CONCLUSIONES	61
6.2	RECOMENDACIONES.....	62
CAPÍTULO III.....		63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		63
CAPÍTULO VII.....		69
7	ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación política, geográfica y datos climáticos de la parroquia de Alto Tambo.	28
Tabla 2. Ubicación política, geográfica y datos climáticos de la parroquia de Lita.	31
Tabla 3. Materiales e instrumentos.	34
Tabla 4. Estimadores estadísticos.	43
Tabla 5. Costos de instalación del sistema de cable aéreo.	46
Tabla 5. Costos de instalación del sistema de acémila.....	48
Tabla 6. Tiempo efectivos rendimiento, volumen y número de tablonos transportados en los dos sistemas, día y ciclo.	52
Tabla 8. Prueba de t de Student análisis comparativo.....	54
Tabla 7. Análisis comparativo de los costos por sistema de transporte de tablonos.	56

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estructura de un cable	16
Ilustración 2. Ubicación geográfica del área de estudio	26
Ilustración 3 Mapa base de los sistemas.	27
Ilustración 4. Mapa de pendientes de extracción con acémilas.	29
Ilustración 5. Mapa de cobertura vegetal extracción con acémila.	30
Ilustración 6. Mapa de pendientes extracción por cables aéreos.	32
Ilustración 7. Mapa de cobertura vegetal extracción de madera con cables aéreos.	33
Ilustración 8. Instalación del sistema de transporte de madera a favor de la pendiente con el empleo de motor.	39
Ilustración 9. Instalación del sistema de transporte de madera con cable aéreo a favor de la pendiente.	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Costos de inversión del sistema de transporte por cables aéreos y acémilas.....	69
Anexo 2. Cálculo de depreciación de los sistemas.	70
Anexo 3. Costos de mano de obra del montaje y desmontaje de los sistemas.....	71
Anexo 4. Costos de combustible para montaje del sistema \$.	71
Anexo 5. Costo de repuestos.....	71
Anexo 6. Rendimiento y número de tablones transportados por cable aéreo y acémila / ciclo / hora / día.	72
Anexo 7. Volúmenes de tablones transportados por cable aéreo y acémila / ciclo / hora / día m ³	72
Anexo 8. Análisis comparativo de los tiempos de transporte de tablones por los sistemas en minutos, por ciclo, hora y día por cable aéreo.	72
Anexo 9. Tiempo total de los ciclos de transporte de tablones por cable aéreo. ...	73
Anexo 10. Estimadores estadísticos para los tiempos de carga, recorrido y descarga por acémilas.	73
Anexo 11. Costos de transporte de tablones por cable aéreo y acémila.	74

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL

1.1 INTRODUCCIÓN

Los bosques húmedos tropicales del noroccidente de la cordillera de los Andes del Ecuador, se caracterizan por tener áreas con pendientes fuertes y condiciones ambientales propias de esta zona (Añazco, *et al.* 2010), con presencia de neblina, fuertes vientos y altas precipitaciones en la época lluviosa que constituye un gran obstáculo para las actividades de aprovechamiento. (De Torre Barrio *et al.* 2009) Estos factores ocasionan suelos anegados y blandos, hace que el transporte disminuya, debido a esto se deben observar varias consideraciones en el acarreo de madera: (Aguilar & Reynel, 2011) utilizar caminos forestales, capacidad de producción y el traslado desde los sitios que se encuentra la materia prima hasta los puntos de acopio que están junto a las vías para su embarque a los centros industriales o de comercialización. (Orozco, Brumer, & Quiroz 2006)

Los sistemas para extraer y transportar la madera han evolucionado tecnológicamente a lo largo de los años, el arrastre se lo realizaba inicialmente con caballerizas y se transportaban por los cauces de los ríos hasta el lugar de acopio. (De la Masa s.f) el uso único de animales como alternativa no es factible, pues los operadores forestales no cuentan con la cantidad de acémilas para arrastrar los volúmenes requeridos de madera (Acosta, *et al.* 2004)

La técnica de transporte conocida como extracción por cable aéreo, propio de zonas montañosas, debido a las condiciones topográficas, climáticas, falta de vías y escasa mano de obra que resulta costosa. (Anaya & Christiansen 1986), Este sistema se desarrolló en la década de 1970, a partir de tecnologías desarrolladas en el sur de Colombia (Castro 2004). El sistema utilizado en el Ecuador tiene una capacidad aproximada de 60 kg, en el que se emplea un cable de acero como línea

de soporte y un sistema de poleas para la línea de movimiento, el sistema opera bajo dos modalidades: a favor de la pendiente, que consiste en realizar el transporte de la madera utilizando la gravedad y en contra de la pendiente, para lo cual se utiliza un motor que genera la fuerza para la línea de movimiento del sistema. (Villacres, 2004)

Los bosques cada vez se encuentran más distantes de las vías principales, por lo cual, se incrementan los costos en la actividades de extracción, (Tolosana 2009), debido a esto, el sistema de cable aéreo, es una alternativa para reducir tiempos, costos y rendimientos (Anaya & Christiansen 1986), esta investigación se basa en determinar los aspectos señaladas en la extracción de la madera por dicho sistema y acémila. Para promover el uso de este tipo de tecnología y que lo implementen a los actores que están inmersos en esta actividad de extracción. (Villacres, 2004)

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Determinar los costos de extracción de madera aserrada de *Dacryodes olivifera* Cuatrec. (Copal) por cable aéreo y acémila en las parroquias de Alto Tambo y Lita en el noroccidente del Ecuador.

1.2.2 Específicos

- Establecer los costos de instalación del sistema cable aéreo.
- Determinar rendimientos y volúmenes en el transporte de madera aserrada, por los dos sistemas
- Comparar los costos de transporte a través de los sistemas de cable aéreo y acémila.

1.3 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Cuáles son los costos de instalación del sistema cable aéreo?
- ¿Cuáles son los rendimientos y volúmenes en el transporte de madera aserrada por los dos sistemas?
- ¿Cuáles son los costos de transporte a través del sistema de cable aéreo y acémila?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

2.1.1 Línea de investigación

La presente investigación está enmarcada en la línea de investigación de la carrera: “Producción y protección sustentable de los recursos forestales”, sustentada en el objetivo 7 del Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV) 2013-2017:Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global, y en la Política y lineamiento estratégico 7.2: Conocer, valorar, conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y su biodiversidad terrestre, acuática continental, marina y costera, con el acceso justo y equitativo a sus beneficios, literal j: Impulsar incentivos y tecnología apropiada para la conservación de la naturaleza, sus bosques, zonas de nacimiento y recarga de agua y otros ecosistemas frágiles, enfocados en particular en las comunidades y los individuos más dependientes del patrimonio natural para su sobrevivencia.

2.2 Marco legal para el aprovechamiento de madera

2.2.1 Constitución Política de la República del Ecuador

En la Sección Segunda del Medio ambiente, Art. 86 indica que “El Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza.”; a su vez, en el numeral 2 menciona que “La prevención de la contaminación ambiental, la recuperación de los espacios naturales degradados, el manejo sustentable de los recursos naturales y los requisitos que para estos fines deberán cumplir las actividades públicas y privadas.”

Registro Oficial N° 272 (2015), Normas para el manejo forestal sostenible para bosque húmedo. Art.261, de la ley Forestal numeral 11 determina que el estado tendrá las competencias exclusivas los recursos energéticos; minerales, hidrocarburos, hídricos, biodiversidad y recursos forestales.

Art.36 de la Ley Forestal y conservación de Áreas naturales y vida silvestre dispone que “El aprovechamiento de los bosques productores cultivados y naturales de propiedad privada, se realizará con autorización del Ministerio del Ambiente. Además, en el caso de los bosques naturales se pagará el precio de la madera en pie determinando por el ministerio del ambiente”.

Art.43. El ministerio del Ambiente supervigilará todas las etapas primarias de la producción, tenencia aprovechamiento y comercialización de materias primas forestales.

Art.44 Establece para efecto de lo dispuesto en el artículo anterior, la movilización de productos forestales se requerirá la correspondiente guía de circulación expedida por el ministerio del Ambiente. Se establecerán puestos de control forestal y atención permanente, los cuales contarán con el apoyo de la fuerza pública.

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1 Bosques tropicales

Baluart (1995), menciona que el bosque tropical y sub-tropical es sumamente complejo, lo que determina una alta variación de sitios, de diversas calidades, debido a la abundancia de determinadas especies de valor comercial y densidad volumétrica.

Aguilar & Reynel (2011), mencionan que se constituyen como una de las áreas con mayor riqueza biológica, por extenderse en lugares con topografía escarpada, que impiden su aprovechamiento y tienen un alto y continuo nivel de humedad.

BOLFOR (2004), señala que nos brindan servicios ambientales como la protección de cuencas y mejoramiento de suelos y además para la humanidad beneficios como, económicos, culturales y recreativos.

2.3.2 Aprovechamiento Forestal

Tolosana (2009), expresa que son un conjunto de acciones de operaciones, que conducen al aprovechamiento de los productos forestales madereros y no madereros, tales como corta, troceo, aserrado y transporte hasta el sitio de embarque.

Quesada, Acosta, Garrol, & Castillo (2012), mencionan que “para extraer los productos de forma sustentable y tratar de reducir el menor impacto ambiental posibles”; se toma en cuenta factores como tipo de bosque, clima, topografía y acceso que son de gran importancia para determinar la factibilidad del aprovechamiento.

Ledesma (2010), afirma que es una fuente de beneficios directos e indirectos, bienes y servicios que brinda el bosque, oferta de materia prima de importancia para el aprovechamiento dentro del sector forestal y de la economía del país.

2.3.3 Construcción de caminos Forestales

Weave, Weppner, & Hagans (2014), mencionan que es la actividad que mayor demanda de inversión principalmente el costo de movimientos de tierra para su construcción las especificaciones técnicas de la vía de acceso deseado que permite el ingreso al sitio.

Sánchez (2009), señala que los caminos forestales para su construcción y mantenimiento es una tarea especializada y supervisada por ingenieros y realizada por operarios con una formación técnica específica que dependen el transporte eficiente y seguro durante todo el año y permitir la carga de los productos forestales y otros, desde el bosque hasta los cargaderos o patios de acopio.

Enrique & Peláez (2006), manifiesta que la construcción de las vías de acceso es un factor de presión sobre las áreas forestales, a través de impactos ambientales directos como desintegración de hábitat, alteración hidrológica, inestabilidad de laderas y erosión, invasión de especies exóticas e indirectos cambio de uso del suelo y extracción de recursos forestales etc.

2.3.4 Transporte de madera

2.3.4.1 Arrastre de madera

Daniluk (s.f), expresa que los sistemas de extracción consisten de un conjunto de componentes que son, recursos humanos, máquina, recursos naturales, los cuales llevan a una meta de movimiento y manipulación de madera.

Gatter & Romero (2005), dice que puede hacerse con fuerza motriz humana, animales de tiro o máquinas llamadas tractores forestales o skidders, para arrastrar la madera desde el bosque hasta al patio de acopio o vía principal mediante sistemas de extracción acorde a sus posibilidades, que determinan los siguientes parámetros, trayectoria de arrastre, pendiente, tamaño de la carga, tiempos y movimientos .

Acosta, Vidal, Marcio, & Cardoso (2004), indican que el arrastre de madera es una de las operaciones más costosas de la cosecha forestal, la utilización de tractores es la tecnología más difundida que se caracteriza por altos rendimientos y bajos costos cuando comparada a otros métodos, aunque provoca daños considerables al suelo.

2.3.4.2 Transporte mecanizado

FAO (2013), expresa que son actividades de explotación forestal, que se practica ampliamente en los trópicos para aprovechar al máximo su capacidad de extracción, mediante la utilización de maquinaria pesada que se adaptan a diferentes trabajos ya que exige mayor fuerza.

Llanga (2011), indica que este tipo de operación solo se emplea introduciendo maquinaria para facilitar el trabajo y mejorar al nivel de producción, trabajo aceptable de mecanización en las operaciones de aprovechamiento a gran escala.

Palma & Tobar (2008), para asegurar una producción mínima bajo costos aceptables físico-económicas y sociales de los bosques subtropicales, hay necesidad de pensar en un cierto grado de mecanización, que se utiliza para extracción, acarreo, grúas para carga y descarga, etc. que transportan la madera al lugar de destino o fabrica.

2.3.4.3 Transporte menor

USAID (2006), menciona que es una de las actividades del aprovechamiento tradicional de traslado de madera en troza, o aserrada desde el bosque de tala hasta la vía principal, ya sea acuática, aérea, ferrocarril o terrestre que es la más común utilizado mediante tracción animal o maquinaria, que tiene mayor impacto ambiental; porque ocasiona la destrucción a los suelos y vegetación, en el transporte por el movimiento manual de la madera.

Bulla (2013), indica que para el transporte menor se debe a las condiciones de cada rodal y el tamaño del mismo, con una planificación para el transporte que dependerá de la cantidad de madera a ser extraída. Incluyendo las operaciones terminales.

A continuación se presenta el flujo del transporte menor:

Planificación
caminos, equipos, insumos, recursos humanos y económicos
Preparación de madera
Apeo, desrame, trozado y descortezado
Posición para cargar Posición que debe tomar la máquina para enganchar los tablones
Cargue
Enganche de trozas
Agrupamiento de la carga
Antes de iniciar el arrastre, los tablones son debidamente agrupados de acuerdo al sistema de arrastre
Arrastre o transporte
Puede emplearse 1, 2 a 3 sistemas desde el tocón hasta un patio a orillas de la línea principal de transporte. En cada cambio de sistema de arrastre habrá una operación de desenganche y otro de enganche
Descargue, descortezado, preservación y clasificación
Desenganche de trozas en patios de almacenamiento, fumigación y clasificación por especies, diámetros, defectos, etc. según el uso estos patios se efectúan el descortezado
Regreso al bosque
Retorno de la máquina vacía al lugar de apeo para iniciar nuevamente el ciclo de transporte

Fuente: UNAL (s.f.)

2.3.4.4 Transporte mayor

Orozco, Brumer, & Quiroz (2006), señalan que es la última etapa del sistema de aprovechamiento forestal es el traslado de la madera con la mayor cantidad posible, de forma eficiente y segura, garantizando un flujo rápido y continuo, sin deterioro del producto, este puede ser a través de camiones, ferrocarril y barcos.

UNAL (s.f), menciona que el acarreo de las trozas generalmente desde los patios de acopio en el bosque donde termina el transporte menor, hasta las plantas procesadoras de transformación primaria y secundaria, que se lo realiza a distancias largas y es mecanizado.

A continuación se presenta el flujo del transporte mayor:

Carga
Colocación de las trozas en la máquina para transporte a larga distancia, puede ser manual o mecanizado.
Trasporte
Desde el patio de acopio hasta las plantas procesadoras o mercados realizado por camiones, ferrocarriles, barcos, remolques, etc.
Descarga y clasificación
Descarga manual o mecanizado de las trozas en los patios de las plantas y clasificación de las trozas según su uso.
Apilado
Apilado en los patios de las fabricas según clasificación.

Fuente: UNAL (s.f)

2.3.4.5 Transporte por fuerza de gravedad

FAO (2013), dice que “es un sistema utilizado por lanzaderas de tierra o de madera, o bien portátiles hechos de chapa de hierro ondulada, no se ha practicado mucho en las operaciones forestales en los trópicos, en aquellos bosques que las condiciones se prestan especialmente para este transporte, además este sistema produce daños mecánicos en la madera”.

2.3.4.6 Transporte por fuerza animal

FAO (2013), menciona que los animales son los principales representantes de la fuerza de tiro en los trópicos, más económica para el transporte, que lleva la madera desde el lugar de aprovechamiento hasta la carretera o el punto de descarga, según la zona y región se utiliza este recurso para el transporte de la madera.

Anaya & Christiansen (1986), hacen un ejemplo que en el medio americano son los bueyes, caballos y mulas son los que más se adaptan a este sistema, su capacidad de arrastre disminuye cuando aumenta la velocidad o la distancia del recorrido.

Daniluk (s.f), menciona que el transporte animal tiene sus ventajas y desventajas en el arrastre tales como:

a) Ventajas

- Bajo costo operacional
- Pequeña inversión
- Baja depreciación del capital
- Utilización de mano de obra poco especializada
- Genera abundante fuente de trabajo
- Menor infraestructura
- Poco daño al suelo, vegetación y masa remanente

b) Desventajas

- Bajo rendimiento unitario
- Necesidad de mucho personal o animales
- Superficie de pastoreo y alimentos

García & Guerrero (2012), dice que su uso se generaliza hasta en plantaciones en zonas llanas debido a la falta de una alternativa altamente productiva, una limitante en estos casos es el traslado de alimento para los animales, cuestión que puede escasear en determinadas condiciones.

2.3.4.7 Transporte con caballos

Anaya & Christiansen (1986), expresan que es la “fuerza de tracción de los caballos puede considerarse, para la marcha normal en zonas boscosas, en la mitad de su peso”, lo que varía con la velocidad y el tiempo pues la fatiga del animal hace que aquella disminuya para velocidades altas y después de un largo recorrido.

Daniluk (s.f), manifiesta que cuando el tiro es realizado por varios caballos, algo muy común, no se puede multiplicar el esfuerzo unitario por el número de ellos

para obtener el esfuerzo total de tracción; la no coordinación en el tiempo de los esfuerzos hace necesario aplicar coeficientes de reducción, dependientes del número de caballos que componen el tiro.

2.3.4.8 Transporte con mulas

Daniluk (s.f), señala que son los animales más utilizados, por considerarse más dóciles, resistentes, realizan esfuerzos más prolongados, son menos exigentes en la alimentación y más seguros en el andar, el peso medio del animal es de 200 kg y pueden trabajar entre los 3 y 15 años, 5 días a la semana 2 días de descanso por semana para no cansarlos en exceso. Su velocidad de trabajo es de 2,5 a 4 Km/h. Su capacidad de tracción puede ser superior a la de su peso, pero lo recomendable es que no sea superior al 30 %.

Anaya & Christiansen (1986), mencionan que la eficiencia relativa y los factores que gobiernan el uso de mulas para el transporte forestal son muy similares a los mencionados para el transporte con caballos. Sin embargo las mulas presentan algunas ventajas sobre los caballos en los siguientes aspectos:

Son más resistentes al calor, por lo que no se incapacitan tanto como los caballos cuando se calientan demasiado, y en consecuencia trabajan muy eficientemente en climas cálidos.

- Se excitan menos que los caballos.
- Son menos exigentes en la alimentación.
- Su costo inicial es más bajo.

2.3.4.9 Transporte manual o fuerza humana

Orozco, Brumer, & Quiroz (2006), mencionan que para transportar madera la fuerza humana es muy limitada esta práctica, se usa en fincas cuando se ha procesado in situ y hay dificultades de acceso con maquinaria y animales, se utiliza esta forma de extracción para llevar la madera de diferentes dimensiones,

utilizando algunas herramientas de apoyo, como en el Ecuador el uso de palos colocados a lo ancho del sendero sobre los cuales se empujaban las trozas, que se produce la fricción entre troza y suelo, a sitios de acopio o hasta el destino final de la madera.

Palma & Tobar (2008), indican que es el manipuleo y transporte de la madera de forma manual y a pie que para garantizar una producción mínima bajo costos aceptables dentro de las complejas condiciones físico económicas y sociales de los bosques, que se limita a distancias y diferentes condiciones topográficas que se encuentran en cada sitio, esta actividad se realiza en distancias cortas y con pesos no muy pesados.

2.3.4.10 Transporte por cable aéreo

FAO (2013), menciona que es una línea suspendida a determinada altura del suelo que se deslizan en forma horizontal a lo largo del cable por la acción de la gravedad si es cuesta abajo o impulsada por la potencia de un motor si es cuesta arriba a distancias considerables de extracción, en terrenos montañosos y fuertemente escarpados.

Añazco, *et al.* (2010), señalan que es realizado en regiones donde sobresale el bosque húmedo tropical, es más eficiente y convencional, no sólo porque genera un menor impacto ambiental al no tenerse que construir trochas o caminos para el arrastre de la madera, sino que también el costo de transporte se reduce.

Alvares (2015), indica que cuando se trata del empleo de cables para el transporte forestal en lugares y condiciones de difícil acceso es ventajoso su uso. Por ejemplo, en bosques sobre sitios escarpados y rocosos, zonas pantanosas, terrenos sueltos con gran peligro de erosión, bosques rodeados de sitios de poco interés económico, donde la construcción de una carretera sería muy difícil y haya necesidad de extraer rápidamente los productos.

Los cables aéreos tienen sus ventajas, también presentan algunas limitaciones:

- Obligan al propietario a hacer el máximo de explotación, para amortizar los costos de maquinaria.
- El equipo debe usarse continuamente hasta completar el tiempo de servicio.
- Los cables exigen operarios hábiles y cuidadoso mantenimiento.

2.3.4.10.1 Tipos de cables de uso forestal

Anaya & Christiansen (1986) citado por Castro (2002), menciona que hay muchos sistemas de cables aéreos cuyas instalaciones y funcionamientos difieren diferentes en el uso forestal básicamente hay tres:

- **Cable aéreos fijos (simples o múltiples)** Tienen ambos extremos anclados y pueden operar con winche de un solo tambor en Europa este sistema opera fundamentalmente con cables sin fin.
- **Cables aéreos flojos.** Tienen solamente anclado el extremo posterior, el extremo exterior de la línea aérea enrolla en un tambor del winche.
- **Cable aéreo móvil.** En este sistema todas las líneas se mueven durante el proceso de transporte o regreso del carro porta cargas.

2.3.4.10.2 Partes del sistema de cables aéreos:

Anaya & Christiansen (1986) citado por Castro (2002) menciona que el sistema de cables aéreos lo conforman las siguientes partes:

- **Motor:** Es una máquina adaptada a una pequeña polea para hacer ejecutar el movimiento durante el proceso de transporte.
- **Cable principal de acero:** Es que esta sujeto en los dos arboles mastiles o postes y su función es soportar el peso de la carga y su deslizamiento.

- **Arboles mastiles posterior y anterior:** Son los que están ubicados en los extremos del sistema de cable y su función es de soportar el tencionado del cable.
- **Molimete:** Es una estructura de madera que su armazón es de cuatro palos enterrados en la tierra, dos horizontales con sus respectivos aletones su función es de garantizar el tencionado del cable y de la soga para su operación.
- **Poleas principales:** Son las que se encuentran en los extremos del sistema sujeta en dos postes, la polea principal tiene dos canales de forma de “V” en un lado va la línea de la soga que es el movimiento del transporte y el segundo canal es donde está la banda la misma que está acoplada al motor.
- **Carro porta cargas:** Son dos poleas pequeñas que están ubicadas en la banda de cabo la primera está enganchada al inicio del sistema y la segunda en el otro extremo, su función es el deslizamiento del transporte que está sujeta por un pequeño estrobo.
- **Banda de cabo o línea de movimiento:** Es el que se extiende la misma distancia del cable, está colocado en las poleas principales su función es de trasladar las poleas pequeñas con la carga que se desliza por cable metálico.
- **Mesa de embarque y desembarque:** son dos estructuras de diferentes dimensiones que están ubicadas al inicio y al final del sistema, su función es de el embarque y desembarque de la madera.
- **Estrovobos:** Son dos pares de sogas de dos metros de largo que están colocados al inicio y al final de la banda transportadora, su función es de sostener a las poleas pequeñas y sujetar la madera al momento de la carga.
- **Freno del sistema:** Son dos palos rollizos de 9 cm de diámetro y de 0.80 m de largo, que se ubican en los soportes de las poleas principales, su función es de detener el movimiento del sistema al momento de la llegada de la madera para su desembarque.

2.3.4.10.3 Estructura del cable

Anaya & Christiansen (1986), señalan las siguientes partes del cable.

- **Alambres:** son hilos de acero que lo conforman al cable y tiene una resistencia esta gobernada por el porcentaje de carbono.
- **Torones.** Están formados por nueve hilos metálicos de alambre que se enrollan en forma de espiral al rededor del corazón.
- **Corazón:** “Es el centro metálico de siete hilos que presentan cargas y soportan altas tenciones y pueden estar sometidos a grandes presiones laterales”.

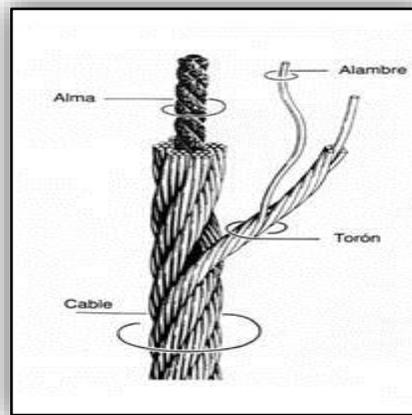


Ilustración 1. Estructura de un cable

Fuente: Anaya & Christiansen, (1986)

2.3.5 Distancias de transporte

Palma & Tobar (2008), mencionan que es la distancia entre dos puntos inicio y final de traslado de los troncos o trozas hasta un lugar próximo a una carretera, en donde se puede clasificarse, apilarse y a menudo almacenarse temporalmente en espera del transporte definitivo que es el factor o variable que tiene un impacto decisivo en el rendimiento, los costos para trasladar personal, equipo y combustible aumentan casi proporcionalmente a la distancia del transporte, menor y mayor esto es, que los costos totales del transporte son una función directa de la distancia de traslado.

2.3.6 Análisis de Costos

2.3.6.1 Costos

FAO (1979) citado por Zárate (2012), menciona que por este análisis conlleva a determinar la ejecución o, en caso contrario, el rechazo de un proyecto según sean sus características de utilidad. El análisis de los costos en el abastecimiento forestal es uno de los factores importantes a evaluar para la selección de un método adecuado de aprovechamiento forestal.

Zárate (2012), dice que es necesario identificar los puntos críticos para realizar un análisis de costos que es específico para cada proyecto de aprovechamiento forestal y señalar cuáles son los medios para realizarlo y planear mejor sus actividades, presupuestos en beneficio económico que incurre para obtener un producto que puede ser un bien o un servicio que están determinados por la utilización de una serie de elementos.

Viteri (2010), señala como la cantidad, calidad y el precio de los siguientes costos: insumos, equipos, herramientas, materiales, mano de obra, transporte, comercialización, trámites legales, servicios y otros “elementos necesarios para lograr la producción esperada por unidad de área (ha) y considerando la variación de escala de producción”.

2.3.6.1.1 Clasificación de los costos

Existen diferentes formas de clasificar los costos, que se relaciona con el volumen de la producción y son los siguientes.

a) Costos fijos

Sáez *et al.* (1993) citado por Bossi (2007), expresa que son aquellos que permanecen constantes en el corto plazo, cuando varía el volumen de producción, es decir, son insensibles a los cambios de la cantidad producida.

Coronel de Renolfi (2007), menciona que son los que permanecen constantes, inalterables para un período de tiempo y no varían independientemente del volumen de producción; es decir que exista o no producción, siempre habrá que incurrir en estos costos, incluyen la depreciación, amortización, sueldos de administración, el interés, seguros, licencias, etc.

b) Costos variables

Sáez *et al.* (1993) citado por Bossi (2007), dice que son aquellos que dependen del volumen de producción, es decir varían proporcional a medida que aumenta o disminuye la cantidad de productos fabricados.

Jingo (2012), señala que mayor será el costo variable y viceversa y si no hay producción no habrá estos costos; incluye costos de operación como combustibles, repuestos, mantenimiento, etc.

2.3.6.1.2 Costos de aprovechamiento forestal

Bossi (2007), menciona que en el sector forestal o en las empresas madereras posee una serie de costos fijos y variables asociados a su funcionamiento.

- Costos de Operación: para planificación y presupuesto en las operaciones de la maquinaria, como el cable y las acémilas.
- Implementos del cable: herramientas que se utilizan en las actividades de transporte de madera.
- Equipo de Trabajo: todos los artículos que se utilizan en las faenas, como los cascos, guantes, etc.
- Mantenimiento y Reparación: son los que surgen del motor y el sistema del cable.
- Operación de Motosierras o motor: costos que derivan de la operación de las motosierras, como repuestos y combustibles.
- Movilización: conducen el transporte del personal al sector de las faenas.
- Gastos Generales: Adquisición y arriendo de equipos.

- Costos de Inversión: adquisición en maquinarias con respecto a la vida útil de las mismas.
- Sueldos: nacen del pago de las remuneraciones de los trabajadores, contratos, tarifas y precios
- Campamento y Alimentación: gastos del campamento, como también de la alimentación de los operarios en las faenas.

2.3.6.1.3 Costos de rendimiento

Ledesma (2010), menciona que el rendimiento es el volumen y número de piezas elaboradas de diversos productos forestales como la madera aserrada o en troza producida y transportada por un período determinado de tiempo, por hora o turno para cada fase de operación en el sistema de aprovechamiento forestal. Para la determinar costos de rendimiento que se debe permitir establecer una producción según su monto de inversión, factores variables que influyen en la productividad, que pueden afectar en los costos de operación.

2.3.6.2 Egresos

Santos (2014), indica que son desembolsos de dinero que permiten mantener las operaciones administrativas, de ventas y financieras de la empresa, “un valor que no se capitaliza, pues no forma parte del costo producto elaborado, sin embargo; es transferido a las cuentas de ganancias y pérdidas para ser deducidos de los ingresos operacionales.” Los presupuestos que debe destinar la empresa para la generación de pagos por servicios, insumos, materiales u otros recursos de que se vale la empresa y que no están definidos específicamente en la actividad operativa de la organización.

Ruiz (2006), dice que son la utilización o el consumo de bienes y servicios en el proceso de obtener ingresos son las expiraciones de los servicios de los factores relacionados directa o indirectamente con la producción y venta del producto.

2.3.6.3 Depreciación

Coronel de Renolfi (2007), define como “la pérdida de valor de un bien por su desgaste o el uso que sufren, con el pasar del tiempo, que dependen de la calidad, cuidados, condiciones y la cantidad anual de trabajo producida por el bien”. Los bienes por su uso son objeto de desgaste, por lo que su costo original a una fecha o tiempo determinado es menor con relación al precio de compra, a este fenómeno se deprecia.

Ruiz (2006), menciona que los activos que se deprecian son los activos fijos tales como. Edificios, maquinaria, vehiculos, construcciones, equipos, etc., debido a su uso y otros factores.

2.3.7 Periodos

2.3.7.1 Tiempos

Orozco, Brumer, & Quiroz (2006), manifiestan que se refiere al tiempo completo durante cada actividad que se está evaluando, esta persona debe anotar el periodo de inicio y finalización de cada actividad, si el objeto del estudio es un ser humano se tienen horas- hombre si es una maquina se tienen horas –maquina ,en este proceso también se mide la producción de cada acción y la cantidad del producto en las operaciones se divide en: tiempos productivo o utilizado, y tiempo improductivo o no utilizado.

Huaska, 1984 citado por Bossi (2007), señala que los estudios de tiempos tienen como finalidad la obtención de datos sobre rendimientos en el arrastre de madera. A partir de estos datos, se puede determinar el nivel de utilización (frecuencia) y la rentabilidad económica de una máquina, así como la productividad de la mano de obra, que constituye la base para calcular el costo del arrastre de madera, y con ello para una buena planificación de las operaciones de saca.

2.3.7.2 Rendimiento

Orozco, Brumer, & Quiroz (2006), expresan que se refiere al rendimiento del producto transportado con una duración de trabajo productivo y el valor de dicho período de tiempo que determinan la cantidad de producción y los costos que en este proceso se generan, por ejemplo, cuánta madera en (metros cúbicos) el aprovechamiento que llega al patio del aserradero, o cuánto dinero se recibirá por cada unidad invertida.

Huaska (1984) citado por Bossi (2007), dice que tienen como finalidad la obtención de datos del arrastre de madera; a partir del análisis de tiempos y rendimientos para determinar el nivel de utilización, rentabilidad económica y factibilidad de una máquina o sistema, como la productividad de la mano de obra y llevar una buena planificación en las operaciones de saca.

2.3.7.3 Metodos de Cronometraje

FAO (1984) citado por Castro (2002), menciona que existen varios métodos de cronometraje empleados para la realización de estudios de tiempos de arrastre de madera.

- **Cronometraje continuo.-** Es el que expone con claridad la forma en que se desarrolla el trabajo, que se registra el tiempo necesario para cada unidad o grupos de trabajo, con la ayuda de un registro .
- **Cronometraje parcial de operaciones.-** Este se aplica cuando no se necesita un registro cronológico del desarrollo del trabajo, se registran en el formulario los tiempos absolutos necesarios para cada unidad o grupo de trabajo, haciéndose las anotaciones bajo los respectivos encabezamientos, de modo que puedan sumarse y evaluarse con facilidad, este método exige un profundo conocimiento del desarrollo de trabajo.

2.3.8 Descripción de la especie

Rodríguez (1996), menciona que su ecología y distribución en el Ecuador se encuentra comúnmente en los flancos orientales de los andes, entre 900 y 1300m de altitud.

NOMBRE COMÚN: Copal
NOMBRE CIENTÍFICO: *Dacryodes olivifera* Cuatrec.
FAMILIA: Burceracea

2.3.8.1 Características organolépticas de la madera

- Color: albura de color crema a marrón claro, duramen de color rosado
- Olor: Distintivo
- Sabor: No distintivo
- Lustre o Brillo: Medio alto
- Grano: recto a entrecruzado
- Textura: Media a fina
- Veteado o figura: Poco definido con arcos ligeramente más oscuros.
- Dureza y Peso: La madera es blanda y liviana

2.3.8.2 Características macroscópicas de madera

- Anillos de crecimiento: visibles a simple vista.
- Poros: visibles a simple vista, solitarios y múltiples radiales.
- Parénquima: no visible

La madera es utilizada para chapas embalajes y encofrados es una de las maderas más preferidas para la elaboración de las caras para los contrachapados.

2.3.9 Madera aserrada

2.3.9.1 Cubicación de madera aserrada

Para la movilización de madera aserrada según el MAE se puede cubicar pieza por pieza, o utilizar el método de medición del volumen estéreo, dependiendo de la cantidad de la carga, con la siguiente fórmula.

- $V = L \times A \times E \times n$ (Castro, 2002)
- L= Largo (metros)
- A= ancho (metros)
- E= Espesor (metros)
- n= número de piezas

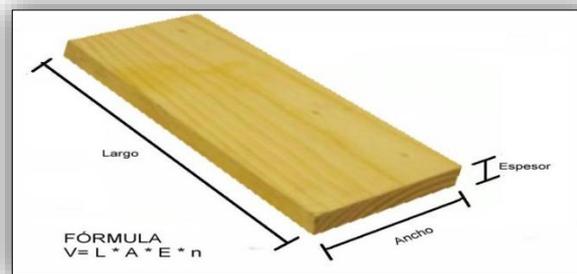


Ilustración 2. Pieza de madera.

Elaborado por: Espinoza Samuel

2.3.9.2 Partes de un tablón

INEN (2011), señala que una pieza de tablón consta de las siguientes partes:

- **Arista.** Es la línea formada por la intersección de la cara y el canto de una pieza.
- **Cabeza.** Es la parte de cada uno de los dos extremos.
- **Cantos.** Son las superficies planas menores, perpendiculares a las caras, paralelas entre sí.

- **Cara.** Son las superficies planas mayores, paralelas entre si y al eje longitudinal de la pieza.
- **Dimensión.** Es la medida de un cuerpo en sus tres planos o direcciones (largo, ancho y espesor). En la madera aserrada, son los elementos que permiten calcular el volumen.
- **Longitud.** Es la dimensión existente entre las dos cabezas, medidas sobre las caras o los cantos.
- **Ancho.** Es la anchura máxima que tiene la madera, medida sobre la cara, entre sus dos cantos
- **Espesor.** Es el grueso de un cuerpo en la madera aserrada es la menor dimensión medida sobre el canto, entre las dos caras.

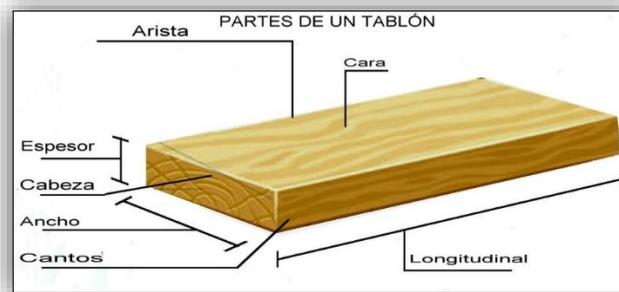


Ilustración 3. Partes de un tablón
Fuente: INEN (2011).

2.3.10 Investigaciones similares.

Castro (2002), estudio de determinación de costos de transporte de madera aserrada bajo los dos sistemas tradicional manual, y el sistema de extracción de cable aéreo, se analizó los costos por año de trabajo, seguidamente los tiempos efectivos y de apoyo rendimiento de transporte, costo de transporte US\$ / m³, ingresos económicos que genera cada sistema por el transporte, ventajas y desventajas para cada caso.

Villacres & Díaz (2006) citado por Añazco *et al*, (2010), Propuestas para una gestión forestal sostenible; realizada en la región amazónica, el costo de transporte se reduce de US\$ 10 a US\$ 5,34/m³, ya que se transportan 24 unidades/día con un caballo (cada unidad o pieza de madera es de 3m x 0,25m x 0,05m), mientras con el sistema de cables se transportan en promedio 150 unidades/ día de las mismas dimensiones.

Loechle (s.f), Análisis de costos de aserrio con motosierra y transporte con mulas, de la especie *Prumnopitys Harsmsiana* (Romerillo Rojo) en los bosques de neblina de San Ignacio – Cajamarca, llegando a determinar el rendimiento y costo de aserrio por m³ de madera rolliza a madera aserrada utilizando la motosierra para determinar el precio de la madera, empleado el sistema de extracción con mulas.

Gatter & Romero (2005), Análisis económicos de la cadena de aprovechamiento, transformación y comercialización de madera aserrada provenientes de bosques nativos en la región centro-sur de la Amazonía Ecuatoriana, estudio donde se determinaron rendimientos de la actividad forestal tanto para productos aserrados de madera dura y blanda, los cuales dependen de las diferentes situaciones y precios en los sitios y mercados.

Villacres (2004), menciona que existen una asociación de técnicos locales forestales Shuar que promueve el uso de este tipo de tecnologías de cables aéreos, mediante la prestación de servicio de extracción y de eventos de capacitación a nivel local, regional, nacional, e incluso ha brindado asistencia técnica para la utilización de este sistema a un proyecto forestal de FAO en Colombia.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El presente trabajo investigativo se realizó en dos sitios que se encuentran en el bosque tropical húmedo del noroccidente de la cordillera de los Andes, bajo la modalidad del Programa de Manejo Forestal Simplificado (PMFSi) que fue aprobado por el MAE en el año 2014 y se realizó la extracción de madera aserrada de tablones por sistema de cables aéreos y acémilas.

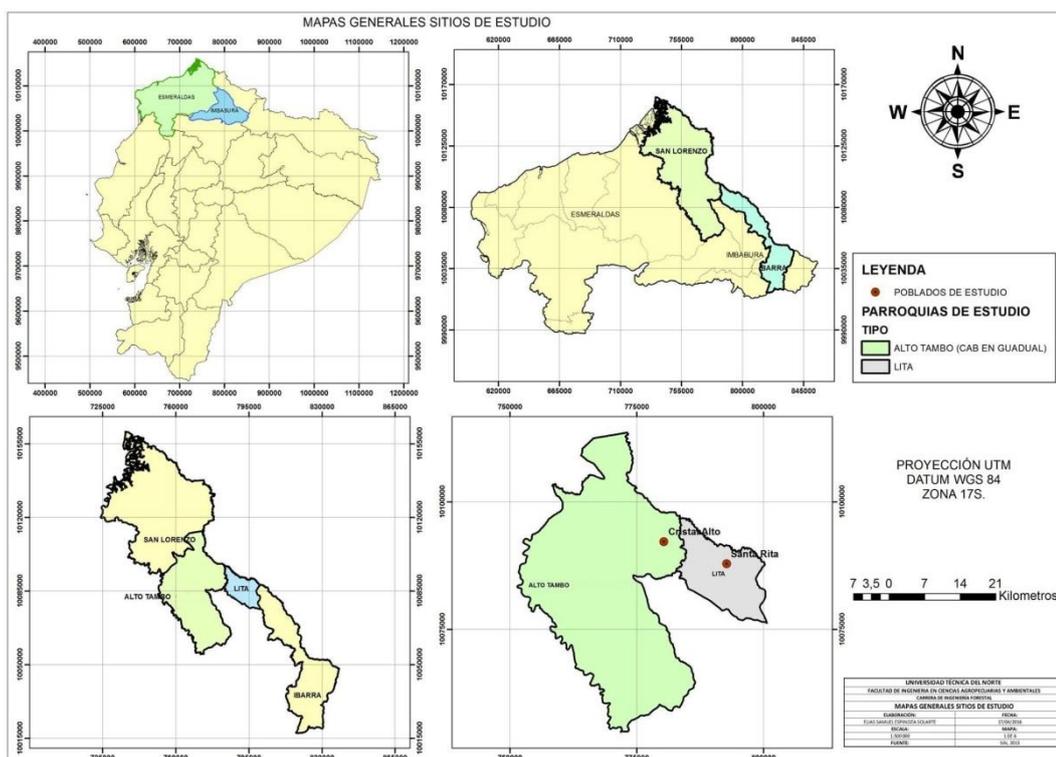


Ilustración 2. Ubicación geográfica del área de estudio
Elaborado por: Samuel Espinoza

3.1.1 Clasificación Ecológica

La clasificación ecológica corresponde a bosque siempre verde pie montano de la cordillera occidental (MAE, 2012).

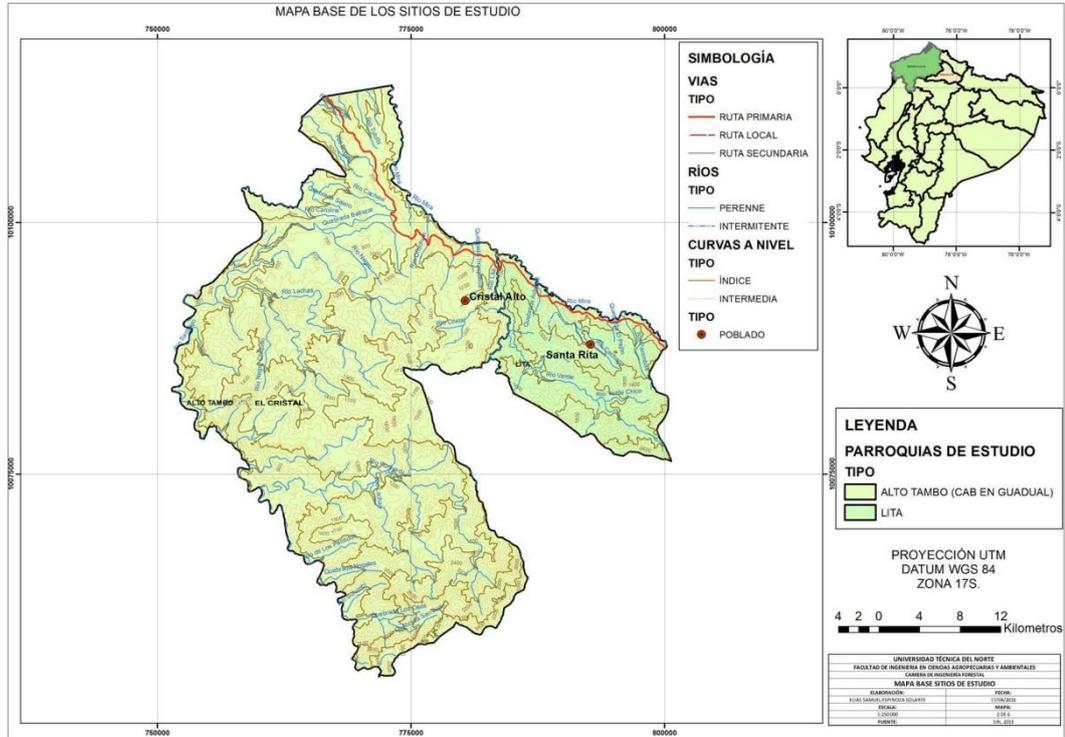


Ilustración 3 Mapa base de los sistemas.
Elaborado por: Samuel Espinoza

3.2 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO

3.2.1 Sector 1: El Cristal – Alto Tambo

Propiedad del Sr. Luis Morales, cuya información se detalla en la tabla 1:

Tabla 1. Ubicación política, geográfica y datos climáticos de la parroquia de Alto Tambo.

Ubicación política	
Provincia:	Esmeraldas
Cantón:	San Lorenzo
Parroquia:	Alto Tambo
Sector:	El Cristal. Fuente: (MAE, 2012)
Ubicación geográfica	
Longitud:	00°50'43'' Norte
Latitud:	78°30'80'' Este
Altitud:	1329 msnm.
Datos climáticos	
Temperatura media anual	25°C en el día y de 15°C en la noche.
Precipitación media anual	2000 a 4000 mm.
La humedad relativa	Oscila entre el 80 y 95%.
Tipo de Bosque	Bosque húmedo lluvioso.

Fuente: INAMHI, (2013)

3.2.1.1 Suelos y topografía

El área de estudio presenta una topografía irregular con elevadas pendientes. La erosión es muy elevada, debido a la formación superficial de los suelos, cuya textura y estructura es francos arcillosos, arenosos, finos y sedimentarios, topografía irregular y alta precipitación especialmente en la parte alta, la cobertura vegetal es densa que ayuda a evitar la erosión, en las áreas intervenidas. PDOT Alto Tambo (2011)

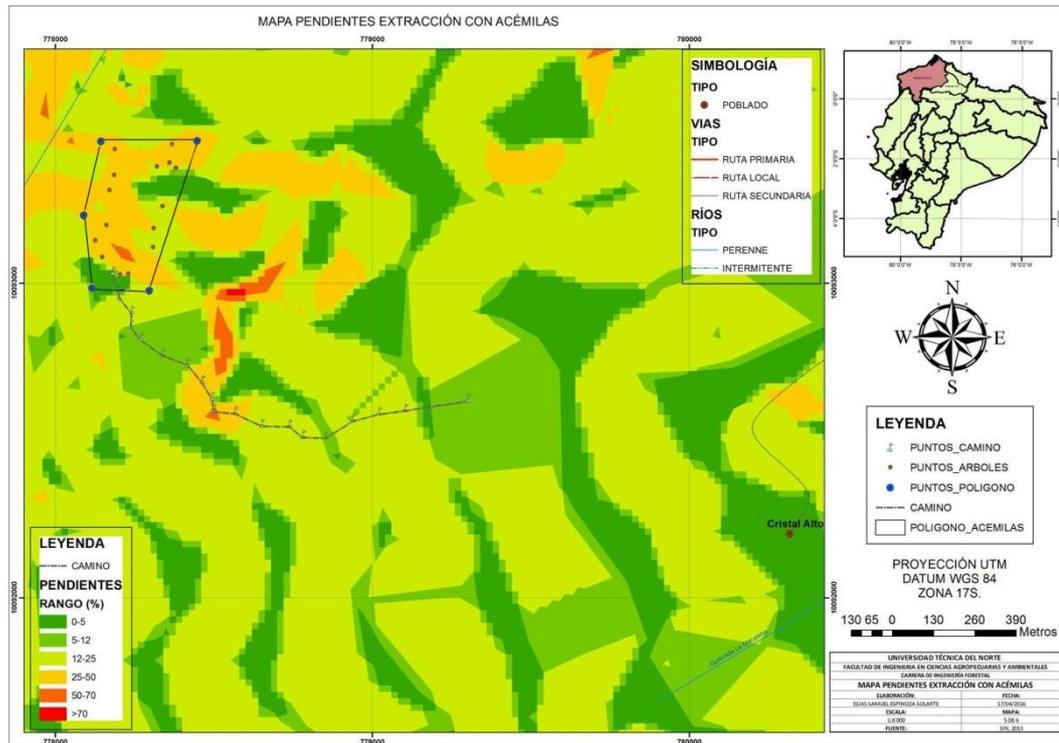


Ilustración 4. Mapa de pendientes de extracción con acémilas.
Elaborado por: Samuel Espinoza

3.2.1.2 Forestal

La cobertura vegetal es muy densa, la cual ayuda a evitar la degradación en las áreas intervenidas de terrenos irregulares, la erosión es elevada, debido a la deforestación de los bosques naturales por la expansión de la frontera agrícola, principalmente por la extracción de madera que es su fuente de ingreso para las familias, tiene áreas de conservación como son la reserva Cotacachi Cayapas, Sirua y territorios Awa, lo cual le permite tener biodiversidad y belleza escénica, además cuenta con varios nacimientos de cuencas hídricas y recursos naturales.

PDOT Alto Tambo (2011)

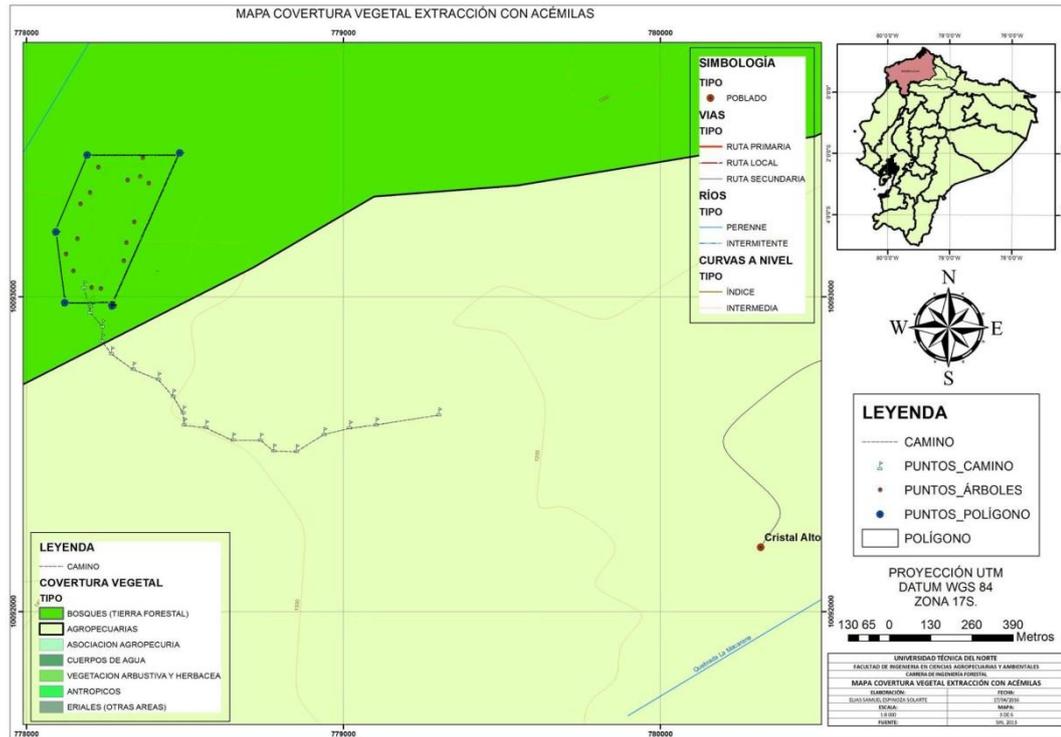


Ilustración 5. Mapa de cobertura vegetal extracción con acémila.
Elaborado por: Samuel Espinoza

3.2.1.3 Económico productivo

El potencial económico del sector el Cristal se dedican principalmente, a la ganadería, agricultura y forestal que son fuentes de ingreso familiar como la extracción de la madera de los bosques que es aprovechada de forma artesanal para ser comercializada en las vías y mejorar la calidad de vida de las familias. PDOT Alto Tambo (2011)

3.2.2 Sector 2: Santa Rita - Lita

Propiedad del Sr. Richard Carcelén, cuya información se detalla a continuación:

Tabla 2. Ubicación política, geográfica y datos climáticos de la parroquia de Lita.

Ubicación política	
Provincia:	Imbabura
Cantón:	San Miguel de Ibarra
Parroquia:	Lita
Sector:	Santa Rita. Fuente: (MAE, 2013)
Ubicación geográfica	
Longitud:	00° 47' 19" Norte
Latitud:	78° 22' 56" Oeste
Altitud:	1445 msnm.
Datos climáticos	
Temperatura media anual	20° C
Precipitación media anual	1250 a 4000 mm
La humedad relativa	Oscila entre el 96%.
Tipo de Bosque	Bosque muy húmedo Pre Montano (bmh- PM)

Fuente: PDOT Lita (2014)

3.2.2.1 Suelo y Topografía

Los suelos de esta área son derivados de cenizas volcánicas, de material sedimentario, de textura limosa y de color negro por su gran riqueza en materia orgánica, en algunas partes son poco aptos para la agricultura, se caracterizan por tener una topografía irregular y planas. PDOT Lita (2014)

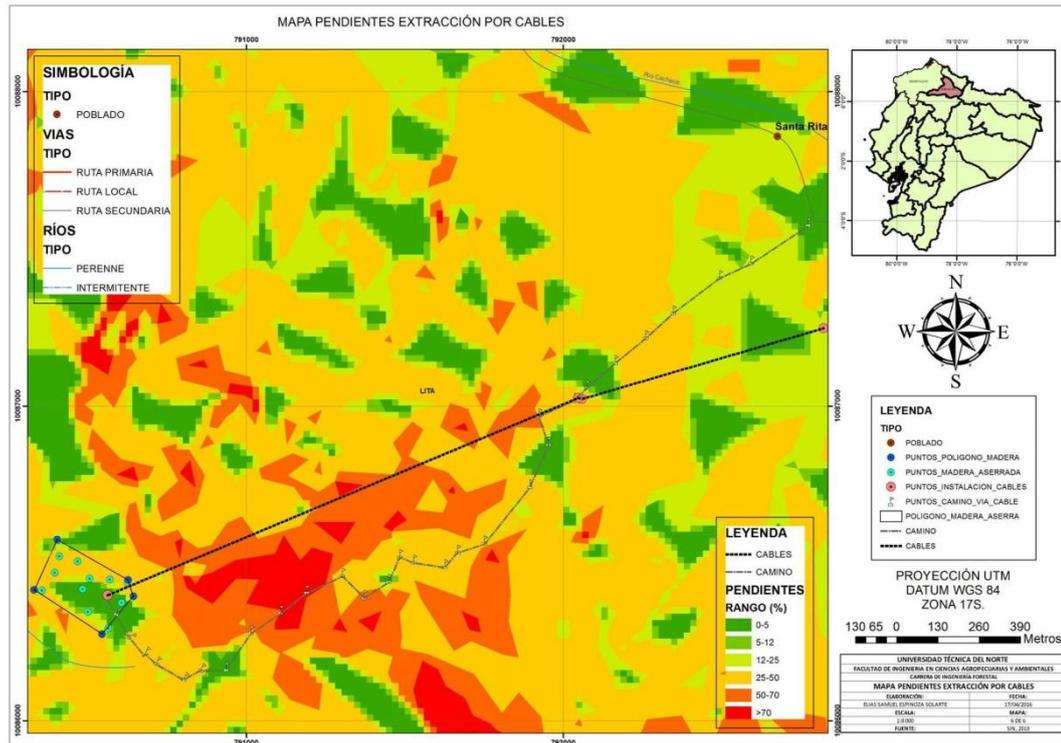


Ilustración 6. Mapa de pendientes extracción por cables aéreos.
Elaborado por: Samuel Espinoza

3.2.2.2 Forestal

El proceso de explotación forestal se presenta con frecuencia asociado a la colonización, la tala ilegal y el aprovechamiento del bosque por parte de la población local como fuente de leña, la tala indiscriminada para el aprovechamiento de la madera y su posterior uso en pastizales, agrícolas, está generando un incremento de la frontera agrícola y la disminución de los recursos hídricos, que corresponde al 70% de Bosque Natural y 30% de Pastos Naturales, esta cobertura abarca una extensión de 11294,023 ha que corresponde al 53.92% de la superficie total de la parroquia, la mayor parte de bosque natural que aún resta, corresponde a bosque sub tropical y tropical con una gran biodiversidad; estos bosques se caracterizan por contar con especies maderables muy valiosas por lo que ha sido el punto blanco de las grandes empresas madereras que han realizado su intervención de manera no sustentable. PDOT Lita (2014)

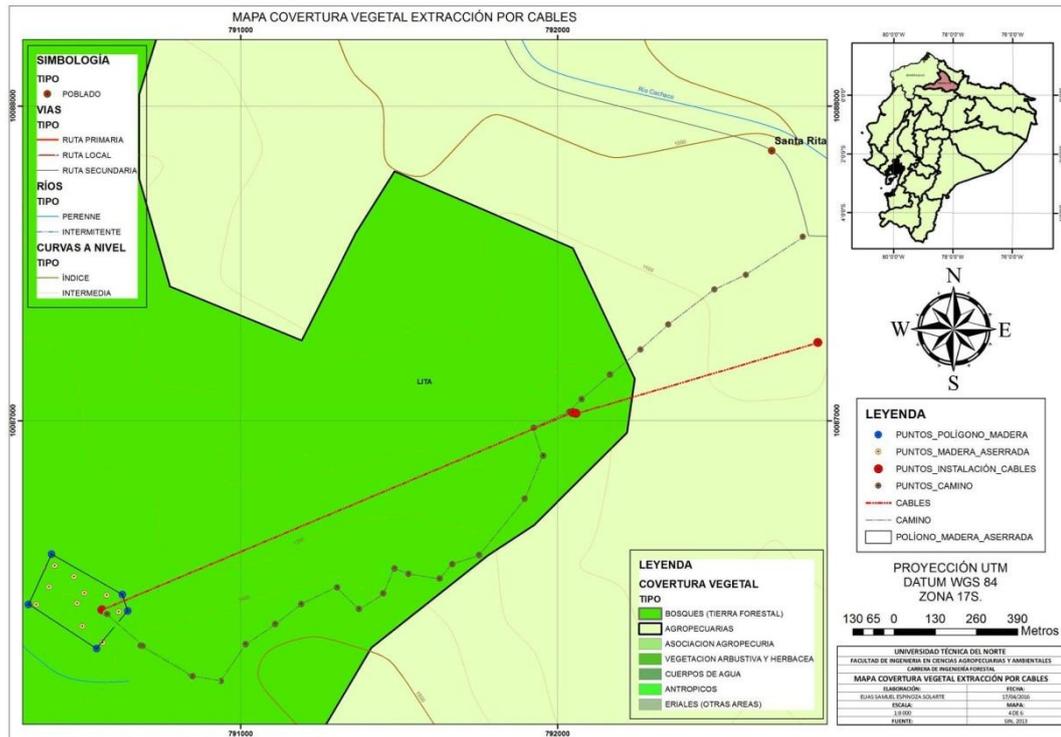


Ilustración 7. Mapa de cobertura vegetal extracción de madera con cables aéreos.
Elaborado por: Samuel Espinoza

3.2.2.3 Económico productivo

La base de la economía de los habitantes del sector de Santa Rita, se encuentran las actividades productivas que están destinadas a mejorar la economía familiar que son: (agricultura, ganadería, piscicultura y forestal), por ser una zona tropical húmeda encontramos bosques intervenidos con un 42% de la superficie del territorio, actividades de extracción directa de bienes de la naturaleza, sin transformaciones. PDOT Lita (2014)

3.3 MATERIALES

La presente investigación utilizó los materiales que están detallados de la siguiente manera:

Tabla 3. Materiales e instrumentos.

Materiales	Instrumentos	Equipos	Insumos
Cable de acero de 3/16 de diámetro	Brújula	Motor de luz	Aceite de dos tiempos
Cabo de 5/6 pulgadas.		Polea de acoplamiento para el motor de aluminio de 9 cm de diámetro.	
Cinta diamétrica			
Motosierra	Cronómetro	Poleas grandes de aluminio de 22 cm de diámetro	Gasolina
Banda N ^{ro} . 64			
Monturas	GPS	Poleas pequeñas de 8cm de diámetro	Aceite quemado
Postes de madera			

Elaborado por: Samuel Espinoza

3.4 METODOLOGÍA

La presente investigación se determinó el siguiente orden metodológico: para el sistema de cable aéreo y acémila se analizó mediante la experimentación cuál de los sistemas propuestos es el más adecuado, con la finalidad de estructurar una propuesta técnica que optimice y determinar los costos de extracción de madera aserrada por los dos sistemas, que se transportó tablones de copal de dimensión de 0,050 × 0,24 × 2,40 m, desde el bosque hasta la vía principal de embarque, se realizó el siguiente proceso:

- Reconocimiento del terreno
- Costos de instalación de los sistemas
- Determinación rendimientos y volúmenes por los dos sistemas.
- Comparar los costos de transporte por sistemas de cable aéreo y acémila.

3.4.1 Análisis de costos

3.4.1.1 Costos fijos

a) Costos de Inversión

Se consideró la adquisición de materiales y equipos, para establecer los costos de cada uno de los dos sistemas, se realizó una cotización de precios de mercado.

b) Depreciación

Para realizar el análisis de la depreciación fue necesario determinar la vida útil de cada sistema, acémilas y cables aéreos, con cada uno de sus elementos constitutivos aplicados en la operación, que se aplicó la siguiente fórmula:

Castro, (2002)

$$D = \frac{PC - VR}{N}$$

D= Depreciación

PC= Precio de compra del equipo contiene el cable aéreo y acémila

VR= Valor de reventa

N = Número de años de vida útil.

Para el caso de materiales, cuya vida útil es menor a un año se consideró el costo de materiales utilizados en 1 año y para las acémilas se estimó a quince años.

3.4.1.2 Costos Variables

En el análisis de los costos variables, se determinó a los costos del montaje, desmontaje del sistema de cables aéreos y en las acémilas en la adquisición de los animales, costos operacionales de acuerdo al siguiente procedimiento.

a) Costo del montaje del sistema.

Se registró todos los costos incurridos en el montaje de los dos sistemas.

b) Sector 1: Instalación del cable a favor de la pendiente y contra pendiente

- Las actividades se realizaron con personal especializado y capacitado para garantizar la eficiencia de instalación de cables aéreos que se determinó los costos, materiales, salarios y tiempo de duración de la instalación del mismo, siguiendo los siguientes pasos que a continuación se indican.
- **Reconocimiento del terreno.** Se realizó un levantamiento topográfico, que tuvo la finalidad de determinar distancias y el direccionamiento de cada uno de los sistemas de cables aéreos, a favor y en contra pendiente, con el propósito de recabar información válida que permitió realizar el mapa y trazado de la vía de los sectores en cada uno de los sitios de investigación.
- **Apertura de la vía de extracción.** Se realizó una trocha despejando la cobertura boscosa, en una franja de 6 a 8 m. de ancho, desde el bosque hacia la vía carrozable tuvo una distancia de 2528m. que se llevó a cabo las actividades de instalación.
- **Árboles mástiles o postes.** Se seleccionaron dos árboles mástiles que se encontraron ubicados a los extremos de los dos sistemas de cables a favor de la pendiente y contra pendiente; en el medio se colocaron postes de 3 m de largo y 70 cm de diámetro, que se enterraron a un metro de profundidad, a una distancia de 2 m. que es donde va el tensionado de los cables y las líneas de movimiento.
- **Elaboración molinete.** Mediante procedimientos y diseño de tipo casero se construyó el molinete de madera, que consiste en un palo rollizo de 56

cm de diámetro y 2,50 cm de largo y tres aletones de 1,80 cm de largo y de 35 cm diámetro a una distancia de 80 cm, cuya función es tensionar el cable y a la vez sirve de sujeción del mismo.

- **Tendido del cable principal.** Se colocó el cable en tramos que van desde los 800 m hasta los 1600m de largo; posteriormente se sujetó en los postes y en el otro extremo del molinete.
- **Levantamiento y tensionado del cable principal.** Con el molinete se dio vueltas para la tensión del cable y luego se procedió a amarrarlo en el mismo; que tuvo una capacidad de carga de 68Kg.
- **Tendido del cabo de Tracción.** Se colocó el rollo del cabo en el suelo y se clavó dos estacas con horquetas y con un palo en el centro para que desarrolle conforme se sigue la vía de instalación.
- **Colocación de las poleas grandes.** Se realizó la instalación de las poleas grandes en cada extremo de los sistemas, con los soportes de madera sujetos apropiadamente para la tracción del cabo al momento de tensionarlo.
- **Tensionado del cable de tracción.** Una vez puesto el cabo a lo largo de la superficie, se procedió a la unión de las puntas de forma de tejido a 0,50 cm de cada lado y posteriormente se procedió al levantamiento del suelo con un pequeño molinete hasta alcanzar la tensión adecuada para el transporte.
- **Colocación de las poleas pequeñas.** Se instaló las poleas pequeñas que estuvieron en los extremos de los sistemas y se sujetaron con un cabo de 2 m. de largo, su función fue el amarre de la madera y el desplazamiento por el cable de acero.

- **Mesa de embarque y desembarque.** Se colocó dos estructuras de madera de dimensión de 1,40 m de largo y se los enterró a 30 cm de profundidad a una distancia de 2 metros de separados entre sí que están ubicados al inicio y al final del sistema, el objetivo es de realizar una buena operación de carga y descarga de la madera.
- **Estrobos.** Se instaló dos pares de cabos de 2 m. de largo que se encontraron al inicio y al final de la banda transportadora su función es de sostener las poleas pequeñas y sujetar la madera al momento de la carga.
- **Freno del sistema.** Se colocó dos palos rollizos de 10 cm de diámetro y de 0,80 cm de largo que están ubicados en los soportes de las poleas grandes, su función fue de rozar el trozo de madera en la polea para detener el movimiento del sistema y realizar el desembarque de la madera al momento de la llegada.
- **Acoplamiento del motor de luz eléctrica al sistema del cable.** Esta actividad se la implementó solo para el sistema de extracción con motor, la instalación se realiza con la adaptación de la polea del motor de luz, frente a la polea grande de doble canal y con la banda de automóvil N°64, cuyo fin fue hacer accionar el transporte.
- **Operación de prueba.** Una vez que se instalado el sistema se procedió a una prueba con los ajustes necesarios como nivelación de las poleas, frenos, tensionado adecuado, alturas de acuerdo a la topografía y obstáculos en la vía, como podemos observar en los siguientes ilustraciones. A y B.
- **Extracción con hombro.** Se realizó caminos de acceso realizando una trocha que consistió en eliminar la vegetación pequeña presente en dicha área a una distancia de 2 m de ancho, desde el lugar que se encuentra la madera aserrada hasta el cable que es el patio de acopio.

- **Desmontaje del sistema.** Este paso se cumplió cuando se a transporto toda la madera existente en un determinado lugar para luego ubicar en otro.

Ilustración del sistema A

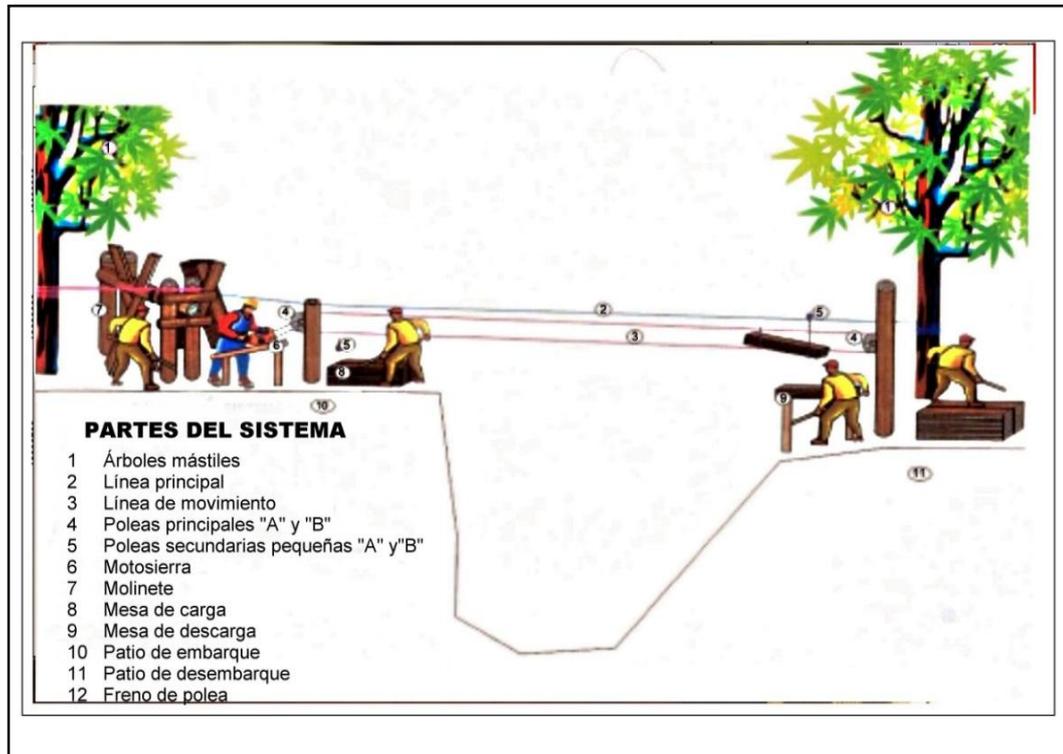


Ilustración 8. Instalación del sistema de transporte de madera a favor de la pendiente con el empleo de motor. Fuente: Castro (2002)

Ilustración del sistema B

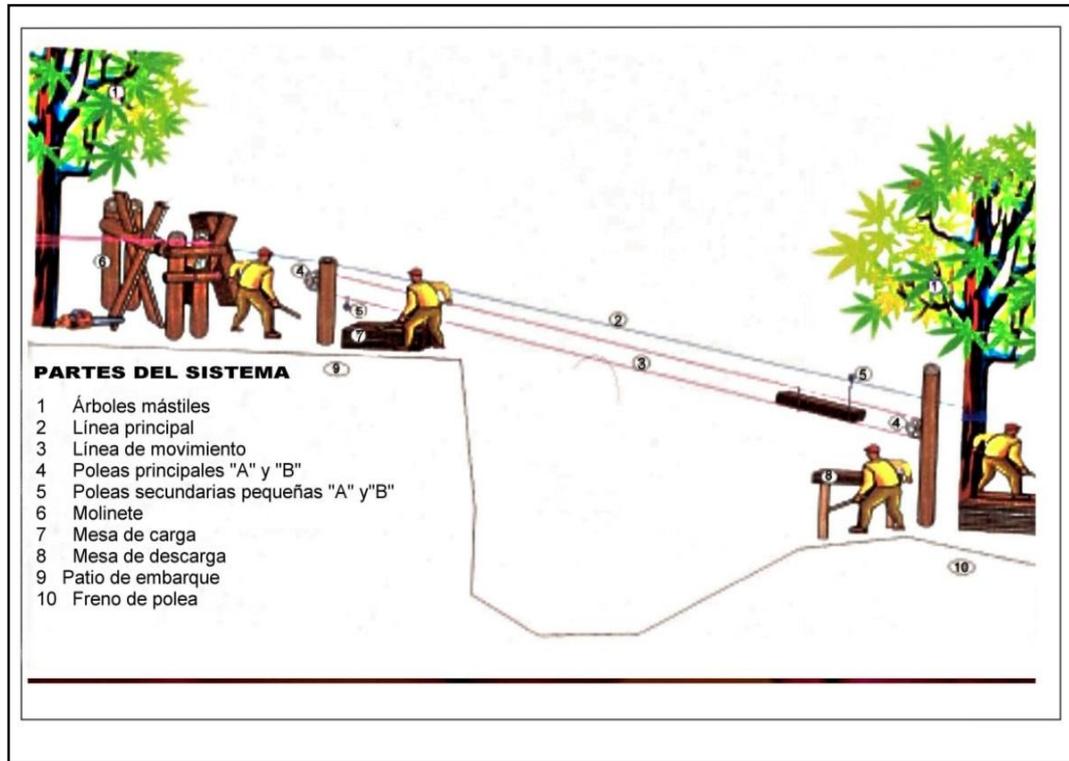


Ilustración 9. Instalación del sistema de transporte de madera con cable aéreo a favor de la pendiente. Fuente: Castro (2002)

c) Sector: 2 Transporte por acémila

- Para el estudio del sistema de extracción de madera por acémilas se determinaron los siguientes rubros: costos de adquisición de los animales, materiales, salarios, tiempos de instalación de la ruta de transporte, desde el bosque hasta la vía principal, a una distancia de 1608 metros que se transporta tablones de copal con dimensiones $0,025 \times 0,24 \times 2,40$ m.
- **Apertura de la vía de extracción.** Se procedió a la limpieza y eliminación de obstáculos presentes de cobertura boscosa que dificulten la ruta al momento de transportar la madera con las acémilas, a una distancia de 3 m de ancho.

- **Desbanque de vía.** Se removió la tierra con azadones en lugares poco accesibles para dar facilidad al acceso y arrastre de la madera.

d) Costos de operación

Los costos de operación están conformados por:

- Personal diario
- Combustibles y aceites
- Alimentación de los animales (pastos)
- Repuestos

3.4.2 Costo total

Una vez determinado los costos fijos y los costos variables se llegó a establecer los costos totales de cada transporte cables aéreos y acémilas.

3.5 TOMA DE DATOS

Para determinar rendimientos y volúmenes en el transporte de madera aserrada, por los dos sistemas se tomo datos bajo tiempos controlados de cada actividad realizada, al inicio y final del día y durante todo el tiempo que duró la saca.

Los tiempos fueron cronometrados en cada ciclo de trabajo desde el inicio al fin y luego regresar a cero, para comenzar la medición de un nuevo ciclo.

3.5.1 Tiempos efectivos:

Aquellos que están relacionados directamente con la producción, en nuestro caso con el transporte de madera aserrada para los dos sistemas, cables aéreos y acémilas.

- Tiempo de carga: desde que los operarios realizaron el primer contacto con la madera para colocarla en el sistema de cable aéreo y acémilas.
- Tiempo de recorrido o de transporte: Acción dada desde el inicio del sistema hasta el final del mismo,
- Tiempo de descarga: desde que la pieza deja de tener contacto con los dos sistemas mencionados.
- Tiempo de retorno de los sistemas. Coronel de Renolfi (2007)

3.5.2 Tiempos no productivos

Aquellos que forman parte de la actividad productiva, pero no de manera directa y se los ha clasificado así:

- Tiempo de traslado al sitio de trabajo
- Tiempo empleado para arreglo del sistema
- Tiempo de alimentación al personal y a las acémilas
- Tiempo de descanso
- Tiempo de espera por lluvias

3.5.3 Tiempo total:

- Conteo de los viajes realizados por los dos sistemas,
- número de tablonos y volumen transportado, ciclo, hora, día, por cable aéreo y acémilas.

3.5.4 Estimadores estadísticos

Una vez obtenidos los resultados se realizaron: comparaciones de rendimiento, tiempos, instalación y costos operativos en el transporte de los dos sistemas, con los siguientes estimadores estadísticos.

Tabla 4. Estimadores estadísticos.

Medida estadística	Fórmula
Media:	$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$
Varianza	$S^2 = \frac{\sum x^2 - (\sum x)^2 / n}{n - 1}$
Desviación estándar	$S = \sqrt{S^2}$
Coefficiente de variación	$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$
Error estándar de la media	$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$
Prueba de “t” de Student	$t_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{x_c}}$

Fuente: Aguire & Vizcaíno (2010)

Cabe mencionar que la prueba de “t” de Student se aplicó con el fin de comparar los sistemas de extracción y los costos que irán en función al tiempo y rendimiento que se demora cada proceso de transporte de madera aserrada e instalación de los sistemas.

3.5.5 Análisis comparativos de los dos sistemas planteados para la determinación de costos de extracción de madera aserrada.

Una vez obtenido los resultados en los dos sistemas planteados se procedió a realizar un análisis estadístico comparativo, tiempos rendimientos de cada uno de los sistemas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

La determinación de los costos de las diferentes actividades ejecutadas en la investigación, desde el área de explotación hasta la vía carrozable, se basaron en toma de datos de tiempos, rendimientos, volúmenes y costos de alquiler de los materiales para el transporte, por cable aéreo y acémilas de los dos sitios de estudio, los jornales fueron pagados de acuerdo a lo que la Ley de Remuneraciones vigente (2015) que establece para los trabajadores del sector forestal.

4.1 COSTOS DEL SISTEMA DE CABLE AÉREO

Para la determinación de los costos de instalación del sistema se evaluaron los costos fijos y variables que se detallan a continuación.

4.1.1 Costos fijos

4.1.1.1 Costos de inversión

Se consideró la adquisición de materiales y equipos, que conforman el sistema, que tuvo un costo de \$3889 dólares americanos. (Anexo 2)

4.1.1.2 Depreciación

La depreciación anual que sufre la inversión de los materiales y equipos, se calculó en función de la vida útil o resistencia de cada uno de ellos, siendo de \$1648,57 dólares americanos. (Anexo 2)

4.1.1.3 Total costos fijos

Los costos fijos para la instalación del sistema de cable aéreo fueron de \$6234,57 dólares americanos, como se puede observar en el Anexo 2.

4.1.2 Costos variables

4.1.2.1 Costos operacionales

Dentro del estudio de los costos operacionales se identificaron:

- **Costo de mano de obra para el montaje y desmontaje del sistema:** La mano de obra se consideró el sueldo básico mensual vigente para el 2015 es de \$354,00 dólares americanos de acuerdo al Ministerio de Relaciones Laborales, para hacer el montaje o instalar el sistema se contrató cuatro jornales, con un costo de \$17,70 dólares americanos, durante 6 días, dando un costo de \$298,906 dólares americanos. Para realizar el desmontaje se utilizó tres jornales durante un día con un costo de \$51,10 dólares americanos dando un costo total de \$352 dólares americanos. (Anexo 3)
- **Costo de combustible para el montaje del sistema:** El costo del combustible fue de \$14 dólares americanos, cabe recalcar que en este ítem se consideró la gasolina y aceites. (Anexo 4)
- **Costos de repuestos:** El costo de los repuestos anuales necesario para cubrir con el desgaste de los elementos del sistema durante un año es de \$355 dólares americanos. (Anexo 5)

4.1.3 Costos Totales

La inversión de este sistema fue de \$6234,57 dólares americanos, En la tabla No 5 se presenta los valores porcentuales que sobrepasa el costo de inversión con un 65,71%, de los cuales 24,98% corresponden a la depreciación que sufre los

materiales, 4,55% resultan del personal diario para el montaje y desmontaje del sistema, 0,18% combustibles y 4,59 % repuestos dando un 100 % de la inversión.

Tabla 5. Costos de instalación del sistema de cable aéreo.

Costos	Costo parcial \$	Porcentaje
Costos Fijos		
Costos de inversión del sistema	3889	65,71 %
Depreciación	1648,57	24,98 %
Costos variables		
Costos operacionales de personal diario, montaje y desmontaje del sistema	348	4,55 %
Costos de combustible	14	0,18 %
Costos de repuestos	335	4,59 %
Costo total de inversión	6234,57	100 %

Elaborado por: Samuel Espinoza

4.1.4 Tiempos efectivos y no productivos para la instalación y desmontaje del sistema de cable aéreo.

El tiempo efectivo para la instalación y desmontaje del cable fue de 2820 minutos, equivalente a seis días laborables, en el cual se utilizó un promedio de tres personas y los tiempos no productivos referentes al traslado del personal al sitio, alimentación y descanso que fue de 450 minutos, equivalente aproximadamente a un día de trabajo de 8 horas. (Anexo 3)

4.2 COSTOS DEL SISTEMA DE ACÉMILAS

4.2.1 Costos fijos

4.2.1.1 Costos de inversión

Para los precios de los animales y materiales se consideró el valor actual de mercado del sector, con un costo de \$3673 dólares americanos como lo detalla en el Anexo 2.

4.2.1.2 Depreciación

La depreciación anual que sufre la adquisición de los elementos y animales, se calculó en función de la vida útil y actividad de trabajo de cada uno de ellos, siendo de \$492,42 dólares americanos. (Anexo 2)

4.2.1.3 Total costos fijos

Los costos fijos para la adquisición del sistema de acémilas fueron de \$4243,82 dólares americanos, como se puede observar en el Anexo 2.

4.2.2 Costos variables

4.2.2.1 Costos operacionales

Dentro del estudio de los costos operacionales se identificaron los costos de:

- **Costo de mano de obra para el montaje del sistema:** Para determinar los costos se consideró los siguientes aspectos: El pago de un jornal de 17,70 dólares americanos, para realizar el reconocimiento del terreno y para hacer la apertura del camino de extracción, se contrató dos jornales, con un costo de \$35,7 dólares americanos, durante un día, dando un costo total de \$53.10 dólares americanos. (Anexo 3)

- **Costos de combustible y alimentación:** El costo del combustible para la apertura de la vía fue de \$11,35 dólares americanos se consideró la gasolina, aceites y para la alimentación de las acémilas se contempló el arrendo de una hectárea de potrero (para un mes de alimentación) las ocho animales que tuvo un valor de \$100 dólares americanos para un mes de comida de pasto, dando un valor total de \$111,35 dólares americanos. (Anexo 4)
- **Costos de materiales.** Los elementos que sufren mayor desgaste en el transporte de madera por el sistema de acémilas que son el cabo fortex, herraduras y las monturas con un costo de \$241 dólares americanos. (Anexo 5)

4.2.3 Resumen total de los costos

El costo de inversión en el sistema de acémilas es de \$4618,87 dólares americanos los mismos que se presentan porcentualmente así; Con un 91,22 % los costos fijos y los costos variables con un 8,78 %, dando un 100% de inversión. Como lo detalla en la tabla 5.

Tabla 6. Costos del sistema de acémila.

Costos	Costo parcial \$	Porcentaje
Costos Fijos		
Costos de inversión del sistema	3721	80,56 %
Depreciación	492,42	10,66 %
Costos variables		
Costos operacionales de personal diario y montaje del sistema	53,10	1,15 %
Costos de combustible, alimentación	111,35	2,41 %
Costos de elementos	241	5,22 %
Costo total de inversión	4618,87	100 %

Elaborado por: Samuel Espinoza

4.2.4 Tiempo efectivo y muerto para la instalación y desmontaje del sistema de cable aéreo.

El tiempo efectivo para la instalación del sistema de extracción de madera por acémilas fue de 840 minutos, en el cual se realizó con un promedio de dos personas, los tiempos improductivos referentes a la alimentación y descanso fue de 120 minutos, dando un tiempo total de 960 minutos, equivalente aproximadamente a 2 días de trabajo de 8 horas. (Anexo 3)

4.3 TIEMPO, RENDIMIENTO Y VOLUMEN POR EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE CABLES AÉREOS.

Los resultados para el transporte de saca de tablones por cable aéreo se hicieron en función de la topografía del terreno, desarrollado en las etapas de acarreo por hombro, en contra y a favor de la pendiente, se realizó la toma de los datos con resultados para cada una de estas actividades; cabe recalcar que, estas actividades estuvieron afectados por las condiciones ambientales propias de esta zona, como lluvias, neblina y fuertes vientos, el manejo del sistema estuvo bajo la responsabilidad de jornaleros, con experiencia en este tipo de extracción, desde el sitio de aserrado cargando al hombro hasta el inicio del cable, enviando la carga al final del sistema, El cable instalado desde el bosque hacia la vía carrozable tuvo una distancia de 2528 m. Los tablones tuvieron una dimensión de 2,40 m de largo, 0,25 m de ancho por 0,05 m de espesor, con un volumen por tablón de 0,03 m³.

La jornada laboral diaria fue de ocho horas, de las cuales, siete fueron las efectivas de trabajo en la actividad de transporte y la hora restante se utilizó para mantenimiento del sistema (traslado de personal, gasolina, revisión del motor, calibración, descansos, refrigerios, entre otros.)

El tiempo por ciclo de los diferentes sistemas fue medido desde el inicio, en la carga, recorrido, retorno y al final en la descarga; además se evaluó durante las tres etapas:

- a. Transporte por acarreo al hombro: realizado por tres personas, con una carga de dos tablonos cada uno, la distancia promedio recorrida fue de 128 m, en un tiempo promedio de 9,19 minutos, con un volumen de $0,18 \text{ m}^3$ por ciclo y un rendimiento de 4 viajes por hora, un volumen de $5,04 \text{ m}^3$ por día.
- b. En contra de la pendiente: realizado por dos operadores del sistema de cable, con una carga de dos tablonos por ciclo, a una distancia de 1600 m. en un tiempo promedio de 4,93 minutos, con un rendimiento de 12 viajes por hora y un volumen de $5,76 \text{ m}^3$ por día.
- c. A favor de la pendiente: realizado por dos operadores del cable con una carga de dos tablonos por ciclo, a una distancia de 800 m, dio como resultado 3,58 min por ciclo, con un rendimiento de 17 viajes por hora y un volumen de $8,16 \text{ m}^3$ por día.

El rendimiento total del sistema de cable aéreo fue de 3,3 tablonos por ciclo y un volumen de por ciclo de $0,09 \text{ m}^3$ con un tiempo de 17,7 minutos por ciclo, con un tiempo total de 5956,15 minutos, equivalente a 12 días laborables para el transporte de 800 tablonos. (Anexo 6, 7 y 8)

4.4 TIEMPO RENDIMIENTO Y VOLÚMEN POR EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE ACÉMILAS

La época lluviosa, característica de este tipo de bosque húmedo tropical que constituyo un gran obstáculo; ya que los suelos se hicieron blandos, provocando que el transporte por arrastre disminuya; se incrementó el agotamiento de las acémilas desde el bosque al centro de acopio, en este estudio se desarrollaron una serie de actividades, estas fueron clasificadas en diferentes fases: viaje vacío, viaje cargado, descarga y descarga, el tiempo total promedio obtenido por ciclo fue de

180,99 minutos, el rendimiento puede variar de acuerdo a la distancia de transporte.

En la presente investigación se extrajo la madera de una distancia promedio de 1608 m, el volumen transportado por cada acémila fue de 0,12 m³ por ciclo, se utilizaron ocho acémilas, dando un total de 1,92 m³ por día, llegando a determinar que cada caballo transportó ocho tablones diarios y una suma total de tiempos productivos de 6513,13 minutos, con un volumen total de 24 m³ de madera aserrada.

Es preciso mencionar que, se realizó dos viajes por acémila diario, para evitar el agotamiento de las mismas; razón por la cual la actividad de extracción de madera tuvo una duración de 13 días laborables. (Anexo 7 y 8)

4.4.1 Análisis comparativo entre los tiempos rendimientos y volúmenes de tablones transportados en los sistemas

De los resultados obtenidos en los diferentes sistemas se pudo observar que el transporte por cable, en cuanto a rendimiento y volumen es superior al transporte por acémilas; se observa que la diferencia entre los tiempos empleados en el transporte de tablones, destacándose que los cables aéreos tiene una amplia ventaja sobre los sistemas tradicionales de extracción de madera aserrada, como lo detalla en la tabla 6. (Anexo 7 y 8)

Tabla 7. Tiempo efectivos rendimiento, volumen y número de tablonos transportados en los dos sistemas, día y ciclo.

Sistema	Cable aéreo	Acémila
Metros cúbicos	24	24
Distancia /m	2528	1608
Tiempo/ciclo/min	17,7	180,99
Tiempos productivos/min	4707,14	4978,87
Tiempos improductivos /min	1248,8	1534,26
Suma de tiempos totales/min	5956,15	6513,13
Rendimiento/ N° tablonos /ciclo	3,3	32
Rendimiento/ N° tablonos /día	105,6	64
Volumen/ciclo/ m ³	0,09	0,12
volumen/día/ m ³	3,16	1,92

Elaborado por: Samuel Espinoza

4.4.2 Estimadores estadísticos de los tiempos de transporte de carga, recorrido y descarga por cable aéreo

Durante el estudio la toma de datos se ejecutó en cuatro fases que son; carga que presento 14,15%, recorrido 49,77%, descarga 12,91% y retorno 23,11% y el tiempo total promedio obtenido por ciclo fue de 17,7 minutos productivos.

Del análisis de los estimadores estadísticos se puede observar, que la mayor desviación estándar tuvo el tiempo de retorno al hombro con 0,85 minutos y la menor desviación fue para el tiempo de carga y descarga con 0,05 minutos.

El mayor valor obtenido en el coeficiente de variación fue en el tiempo de retorno vacío al hombro con 40,07% y el menor el de carga con 2,18 %, cabe recalcar que en lo que respecta al retorno vacío, este coeficiente es tan alto debido a la etapa de acarreo al hombro; es preciso mencionar que, se obtuvo un error estándar de la media de 2,7 que permite inferir que la media es representativa. (Valores que se pueden leer en el anexo 9)

4.4.3 Estimadores estadísticos para los tiempos de carga, recorrido y descarga por acémilas.

Durante la investigación la toma de datos se realizó en cuatro fases que son ; recorrido vacío represento el 46,34%, recorrido cargado 52,22% , carga 0,65%, la descarga 0,61% y el tiempo total promedio obtenido por ciclo fue de 180,99 minutos productivos.

Del análisis de los estimadores estadísticos, se puede ver, que la desviación estándar el mayor valor lo tuvo el tiempo de recorrido cargado con 9,99 minutos y el menor desviación fue para el tiempo de carga y descarga de 0,04 minutos

Los valores del coeficiente de variación en general son altos, teniendo el mayor valor en el tiempo de descarga con 41,51% y el menor valor el tiempo de recorrido cargado con 10,57%, principal a los tiempos de recorrido cargado y sin carga; es preciso indicar que se determinó un error estándar de la media de 4,21 que indica que la media es representativa. (Anexo 10)

4.4.4 Prueba de t de Student

Al realizar la prueba de t de Student para las actividades de carga y descarga entre los dos sistemas de transporte, no se evidencian diferencias significativas al nivel del 95% de probabilidad estadística, mientras que en lo que respecta al recorrido con carga y al retorno las diferencias son significativas, se determinó que las actividades de carga y descarga son más demorosas en el sistema de cable aéreo, en vista que existen varios puntos en las que se realizaron las actividades (a favor de la pendiente y en contra pendiente), mientras que las acémilas es más rápido, debido que, solo hubo una actividad al principio y al final del transporte, en el recorrido y retorno es más efectivo el sistema de cable aéreo.

Tabla 8. Prueba de *t* de Student análisis comparativo.

RESUMEN CABLE					
	Carga	recorrido	Descarga	Retorno/vacío/min	Total
Media	2,51	8,83	2,29	4,1	17,74
Suma	1005,75	2205,69	916,7	579,21	5956,15
Suma Cuad	2530,03	14702,29	2102	2461,5	6364,62
RESUMEN ACÉMILA					
	Carga	recorrido	Descarga	Retorno/vacío/min	Total
Media	1,48	94,52	1,11	83,88	180,99
Suma	296,44	2363	222,43	2097	13,13
Suma Cuad	442,03	225745	247,74	178075	8877,74
PRUEBA DE “t” DE STUDENT					
	Carga	Recorrido	Descarga	Retorno/vacío/min	Total
S_c^2	0,007609	37,6893	0,0119	34,4136	140,4620
S_{x_c}	0,003561	0,2506	0,0044	0,2394	0,4838
Tc	553,171	330,247	419,444	321,431	322,192
Significancia	**	**	**	**	**

Elaborado por: Samuel Espinoza

Es preciso mencionar que, la prueba se realizó solo con los tiempos efectivos de trabajo, no se consideraron los tiempos improductivos, ya que éstos difieren según la distancia de transporte y las características del sitio (topografía y clima).

4.5 COSTOS DE TRANSPORTE DE TABLONES POR CABLES AÉREOS.

Los valores en los diferentes sistemas empleados en la investigación para el transporte de tablones dependieron del cálculo, de los costos de alquiler del sistema de cables aéreos, con un valor de \$324,07 dólares americanos y un promedio de 3,33 jornales empleados en el funcionamiento de cada una de las etapas del sistema con un valor de \$513,3 dólares americanos durante 12 días laborables que se detalla a continuación:

- a. Transporte por acarreo al hombro: en distancias promedio de 128 m, se obtuvo un costo promedio por unidad de madera aserrada de \$ 0,35 dólares americanos.

- b. En contra de la pendiente: costo promedio por tablón de \$ 0,74 dólares americanos.
- c. A favor de la pendiente: costo promedio de transporte por tablón de \$ 0,41 dólares americanos.

El costo promedio por unidad de madera aserrada (tablón) en el sistema de cable aéreo tuvo un valor de \$1,50 dólares americanos, y por metro cubico \$50 dólares americanos; resultando un costo total \$1200 dólares americanos en la transporte de 800 tablones (24 m³). (Anexo 11)

4.6 COSTOS DE TRANSPORTE DE TABLONES POR ACÉMILA

Para el transporte de madera aserrada se consideró el alquiler de las acémilas con un costo de \$1560 dólares americanos y la mano de obra con un valor de \$239,1 dólares americanos, durante 13 días laborables, se obtuvo un promedio de transporte de tablón de \$2,32 dólares americanos, por metro cúbico \$77.64 dólares americanos, con un costo total de \$1863,55 dólares americanos los 24m³ de madera transportada desde el lugar de extracción hasta las vías de acceso. (Anexo 11)

4.6.1 Análisis comparativo de los costos por sistema de transporte de tablones

En base a los cálculos realizados para determinar los costos de transporte de 24 m³ de madera aserrada (tablones de copal) por los dos sistemas, desde el bosque hasta la vía principal, se llegó a determinar qué; por el sistema de cables aéreos su costo es inferior a sistema de saca por acémilas como se observa en la tabla 9.

Tabla 9. Análisis comparativo de los costos por sistema de transporte de tablonos.

Sistema	Cable aéreo	Por acémila
Distancia m.	2525	1608
Tablón \$	1,50	2,32
Metro cúbico \$	50	77,64
800 tablonos/ 24 m ³ / \$	1200	1863,55

Elaborado por: Samuel Espinoza

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

La extracción de madera aserrada de los bosques es una actividad de gran importancia en la cadena forestal, es necesaria su investigación con el fin de optimizar tiempos y rendimientos de extracción, para mejorar la tecnología y aprovechar de mejor manera el recurso forestal. En este capítulo se presenta un análisis comparativo de los resultados obtenidos en la presente investigación con trabajos similares.

5.1 COSTOS DEL SISTEMA CABLE AÉREO.

Castro (2004) En el estudio determinación de costos de extracción de madera aserrada por cable aéreo en la comunidad de Durango provincia de Esmeraldas en un tipo de bosque húmedo tropical, determinó para una distancia de 2352,8 m, con un valor de \$18461,46 dólares americanos, dando un costo de inversión del 7,9% y el personal 86%, cabe recalcar que el costo de personal está proyectado a 12 meses. Que es superior a nuestra investigación realizada, en un mismo tipo de bosque a una distancia de 2525m, tuvo un costo total de \$6234,57 dólares americanos, siendo la inversión equivalente al 65,71%, inferior al registrado por Castro, además el costo se calculó en función del tiempo (18 días laborables) de extracción y ejecución del sistema de transporte en el sitio de investigación de los 24m³ de madera aserrada; mientras Castro lo proyecta a 12 meses de operación.

Cabe mencionar que, existen investigaciones realizadas con cables aéreos como moto grúas y torres de madereo que son más costosas para su adquisición y de instalación rápida.

5.2 RENDIMIENTO Y VOLUMEN DEL TRANSPORTE DE TABLONES POR SISTEMAS DE SACA

Villacrés & Díaz (2006), en su trabajo “Extracción de madera aserrada mediante cables aéreos”, realizado en la Amazonia ecuatoriana en bosque nativo obtuvo un valor promedio diario de 5,625 m³ con piezas de dimensión de 3 m x 0,25 m x 0,05 m al transportar.

Castro (2004), en su investigación realizado en la comunidad del Durango en un tipo de bosque húmedo tropical, de extracción de madera de tablones de copal de dimensión de 2,40 m x 0,25 m x 0,050 m, por cables aéreos a favor de la pendiente, a una distancia de 339 m con una capacidad de carga de 3 tablones y un rendimiento de 9,66 m³ por día.

En el presente estudio al día por el sistema de cable aéreo se transportaron 3,16 m³, este valor es muy inferior al registrado por Villacrés y Díaz de 5,625 m³, es preciso indicar que no menciona la distancia ni las condiciones del transporte; Castro (2004) a una distancia de 339 m, obtuvo un rendimiento de 9,66 m³ por día, cabe mencionar en nuestra investigación tuvo una distancia de 1525m superior a la de castro y afecto al rendimiento del sistema.

Loechle (s f), en el estudio de Análisis de costos de aserrio con motosierra y transporte con mulas, de la especie *Prumnopitys Harsmsiana* (Romerillo Rojo) realizado en Cajamarca Perú en un tipo de bosque de neblina que ejecuto la extracción de madera con mulas, que tuvieron un recorrido de 6 kilómetros, un rendimiento de transporte por mula de 0,12 m³ este resultado explica debido a que el viaje vacío es de subida con pendientes en muchas zonas muy pronunciadas y la madera se encontraba húmeda lo cual hacia la carga sea pesada; se transportan 24 unidades/día, en la presente investigación realizada en un bosque húmedo tropical y una distancia de 1608 m y un rendimiento similar a Loechle (s f), de 0,12m³; este resultado estuvo afectado debido las condiciones ambientales ya que se lo realizó la actividad de la saca en época lluviosa; si bien el volumen transportado es similar; a pesar de las diferentes distancias recorridas; esto es a que las acémilas y el operador realizan dos viajes diarios, debido a las condiciones

de topografía escarpada y altas precipitaciones; lo que disminuye su rendimiento, sobre todo lo referente a precipitaciones, afectaron el desempeño de las acémilas, debido a que muchos sectores de la vía de saca se encontraban anegados, provocando accidentes a las acémilas que resbalaban, se hundían y se paralizaba el proceso de acarreo. Por el esfuerzo físico y las condiciones biológicas de las acémilas, se debe considerar como una desventaja ante el empleo de la tecnología, por lo que el rendimiento en el transporte de tablones por acémila fue inferior al transporte por cable aéreo.

5.3 COSTOS DE TRANSPORTE A TRAVÉS DE LOS SISTEMAS DE CABLE AÉREO Y ACÉMILA.

Castro (2004), determinó costos de transporte de tablones con cables aéreos realizado en el sector del Durango de la provincia de Esmeraldas; realizada por cuatro operarios a una distancia de 339 metros, los costos de operación se estimó para las actividades de extracción proyectada para un año de 14158,18 dólares americanos dando un costo por unidad de 0,16 dólares americanos.

En razón de que las distancias recorridas en la extracción de tablones por cable aéreo de 2525 m, se pudo determinar que el costo de extracción por tablón por el sistema de cable aéreo fue de \$ US 1,50 dólares americanos dando un costo por metro cubico de \$50 dólares americanos muy inferior al transporte por acémilas que fue de \$ 2,32 dólares americanos por unidad.

Gatter & Romero (2005), estudio de análisis económico de la cadena de aprovechamiento, transformación y comercialización de madera aserrada provenientes de bosques nativos en la región centro- sur de la Amazonía Ecuatoriana realizado en Zamora obtuvo un costo por pieza de tablón de medidas similares a lo estudiado de $3,00 \text{ m} \times 0,24 \text{ m} \times 0,045 \text{ m} = 0,0324 \text{ m}^3$, los costos de arrastre de tablones del bosque hasta la carretera, obtuvo un valor por unidad de \$0,90 dólares americanos y por metro cubico \$27,78 dólares americanos no se ha descrito tipo de saca, siendo inferior al registrado en la presente investigación, que

tuvo un valor por unidad de \$ 2,32 dólares y por metro cubico 77,64 dolares; costo que estuvo afectado por las condiciones ambientales y topográficas; este costo es inferior al registrado por Loechle (s f), empleando acémilas, quien registró \$3,64 dólares por unidad.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Finalizado este estudio del transporte de madera mediante los dos sistemas propuestos se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Los costos de instalación del sistema de cables aéreos fueron de \$6234,57 dólares americanos, considerando los materiales, equipos, mano de obra depreciación del sistema, repuestos combustibles y las actividades de montaje y desmontaje del sistema; mientras que la adquisición de las acémilas fue de \$4618,66 dólares americanos, incluido los costos de equipos, alimentación y mano de obra.
- El sistema de cable aéreo transportó 24 m³ de madera aserrada de tablones, en una distancia de 2528 m y un tiempo de 5956,15 min, con un promedio por ciclo 17,7 min, su rendimiento fue 3,33 tablones por ciclo y un volumen diario de 3,16 m³.
- En lo que respecta al transporte por acémilas, para el mismo volumen de madera, en distancia de 1608 m, con ocho caballos en un tiempo de 6513,13 min, con un promedio por ciclo 180,99 min, se determinó un rendimiento de 32 tablones por ciclo con un volumen diario de 1,92 m³.
- Los costos finales de transporte de madera aserrada se concluye que la unidad de tablón, transportado por cable aéreo fue de \$1,50 dólares americanos, \$50 dólares americanos por metro cubico, con un total para 800 tablones correspondientes a (24m³) de \$1200 dólares americanos; mientras que por acémilas fue de \$2,32 dólares por tablón, \$77,64 dólares

americanos por metro cúbico y un total de \$1863,55 dólares americanos para el mismo volumen transportado.

6.2 RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se realizan las siguientes recomendaciones:

- Para el aprovechamiento forestal en terrenos alejados de las vías de acceso, con topografía escarpada, largas distancias y volúmenes superiores a 200m³ de madera a transportar, adquirir el sistema de cable aéreo, que presenta mayores rendimientos que el transporte por acémilas.
- En el caso de optar por el transporte por acémilas es recomendable realizarlo en pendientes de 15 a 30 grados de inclinación y a una distancia máxima de extracción de 200 m a 300 m, con la finalidad de obtener un mayor rendimiento.
- A la Universidad Técnica del Norte, Ministerio del Ambiente, e instituciones afines a las actividades de aprovechamiento forestal, se recomienda realizar capacitaciones sobre el establecimiento y manejo de sistemas de cable aéreo, con la finalidad de contar con mano de obra calificada y reducir los riesgos laborales en esta actividad.

CAPÍTULO III

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, F., Vidal, A., Marcio, A., & Cardoso, C. (2004). *Evaluación de tres métodos para el arrastre de madera en rodales naturales de pinus caribaea var.* (H. C. Instituto de Investigaciones Forestales, Editor)
Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n3/21604>
- Aguilar, M., & Reynel, C. (2011). *Dinámica forestal y regeneración en un bosque montano nublado de la selva central del Perú. (segunda edición mayo 2011)* Lima Perú: APRODES Asociac (segunda edición ed.). Lima Perú: APRODES.
- Aguire, C., & Vizcaíno, M. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales.* Ibarra: Universitaria.
- Alfonso, M. B. (1995). *Rendimiento de un sistema de cable en relación a la intensidad silvícola.* (P. I. 421., Ed.)
- Alvares , Melo. (2015). *Aprovechamiento forestal mecanizado de madera rolliza.*
Obtenido de Universidad Nacional Agraria de la Selva facultad de recursos naturales renovables ingeniería forestal:
<http://es.scribd.com/doc/285059458/Aprovechamiento-Forestal-Mecanizado#scribd>
- Anaya, H., & Christiansen, P. (1986). *Aprovechamiento forestal análisis de apeo y transporte.* San José, Costa Rica: IICA.
- Añazco, M., Morales, M., Palacios, W., Vega, E., & Cuesta, A. L. (2010). *Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible.* Quito: Serie Investigación y Sistematización No. 8. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION.
- Asamblea Constitucional. (2008). *Constitución de la república del Ecuador.* Montecristi, Ecuador: Registro Oficial.
- Baluarte, J. (1995). *Diagnóstico del sector forestal en la región Amazónica.* Iquitos - Perú: Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana.

- BOLFOR. (2004). Manual técnico aprovechamiento de impacto reducido. Iquitos Perú: instituto de investigaciones para la Amazonia Peruana.
- Bossi, P. (2007). *Estudio de tiempo y rendimiento en torres de madereo*. (Santiago de Chile: Universidad de Chile facultad de ciencias forestales.) Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2007/bossi_p/sources/bossi_p.pdf
- Bulla, H. (2013). *Protocolo para el aprovechamiento y extracción de madera de las plantaciones en el marco del proyecto forestal para la cuenca del río Chinchuna-Procuena*. (U. N.-U. ECAPMA, Ed.) Obtenido de <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/1492/1/4519297.pdf>
- Castro, E. (2002). *Determinación de costos de extracción de madera aserrada por cable en la comunidad de durango provincia de Esmeraldas*. Recuperado el 23 de febrero de 2015, de ecuadorforestal.org
- Coronel de Renolfi, M. (2007). *Costos Forestales*. Obtenido de <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-30-Costos-forestales-RENOLFI.pdf>
- Daniluk, G. (2014). *Sistema de saca, madereo y desembosque*. (departamento de producción forestal y tecnología de la madera) Obtenido de <http://www.fagro.edu.uy/~forestal/cursos/tecmadera/Gustavo/SISTEMAS%20DE%20SACA.pdf>
- De Torre Barrio, Fernandez A., Garcia I., Lasala D., Sabin P., Trassierra, A., y otros. (2009). Aprovechamientos forestales e intervención selvícola mediante cable aéreo sobre camión con cabezal procesador. S.E.C.F Junta Castilla y León.
- Donoso, W. (2006). *analisis y rendimientos y costos en el procesamiento primario y secundario de madera de dos especies empleando metodos de aserrado con motosierra*. Ibarra, Imbabura: universidad Tecnica del Norte.
- Edwin, C. (2004). *Determinación de costos de extracción de madera aserrada por cable aéreo en la comunidad de Durango(Provincia de Esmeraldas)*. Ibarra Ecuador: Universidad Tecnica del Norte.
- Enrique, J., & Peláez, J. (Enrique J. Jardel Peláez de 2006). *Viejos y Nuevos Problemas en el sector forestal en Mexico*. (Instituto Manantlán de

- Ecología y Conservación de la Biodiversidad) Obtenido de http://www.ccmss.org.mx/descargas/viejos_y_nuevos_problemas_en_el_sector_forestal_en_mxico.pdf
- FAO. (2013). *El transporte de madera en los tropicos*. Recuperado el 10 de enero de 2015, de Transporte por fuerza animal: <http://www.fao.org/docrep/d3200s/d3200s06.htm#3>
- García, J., & Guerrero, J. (2012). *Manual de procedimiento para aprovechamiento de impacto reducido en los bosques de Cuba*. (J. García, & J. Herrero, Edits.) Obtenido de Manual de procedimiento para el aprovechamiento de impacto reducido de los bosques de Cuba: <http://caribbeanforesters.org/files/2013/08/Manual-de-procedimiento-para-el-aprovechamiento-de-impacto-reducido-de-los-bosques-de-Cuba.pdf>
- Gatter, S., & Romero, M. (2005). *Análisis económico de la cadena de aprovechamiento, transformación y comercialización de madera aserrada provenientes de bosques nativos en la región centro-sur de la Amazonía Ecuatoriana*. Obtenido de <http://www.sfaecuador.com/Assets/Analisis%20economico.pdf>
- INAMHI. (2013). Recuperado el 10 de febrero de 2015, de Sistema de clima Ecuador: www.ecuale.com/clima.php
- INAMHI. (2013). *Sistema de climas del Ecuador*. Quito, Ecuador: INAMHI.
- INEN. (2011). *NTE INEN 2580 (2011) (Spanish): Sistema de clasificación y calificación de madera aserrada provenientes de bosques tropicales*. Recuperado el 05 de mayo de 2015, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2580.2011.pdf>
- Jingo, A. (2012). "Análisis de la aplicación del programa de aprovechamiento forestal simplificado en el bosque nativo andino de cotacachi, imbabura". 17. Ibarra, Universidad Técnica del Norte, Ecuador: Tesis requisito para la obtención del título de ingeniero forestal.
- Ledesma, N. (2010). *Aprovechamiento Forestal*. (U. N. forestales, Editor, & L. N. René, Productor) Obtenido de http://fcf.unse.edu.ar/archivos/programas/132_Aprovechamiento_forestal.pdf

- Llanga, P. I. (2011). *Evaluación de los sistemas de cosecha en plantaciones de pino (Pinus patula) en forma mecanizada y semi-mecanizada en la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A.* Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/handle/123456789/1357/33T0093%20LLANGA%20PATRICIA.pdf?sequence=1>
- Loechle, B. (s.f.). *Análisis de costos de aserrio con motosierra y transporte con mulas, de la especie Prumnopitys Harsmsiana (Romerillo Rojo) en los bosques de neblina de San Ignacio - Cajamarca.* Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/1028-B4.HTM>
- Melvin, C. (2003). *Evaluación de un proyecto forestal de bosque latifoliado y elaboración de tablas de volumen en la zona atlántica de Honduras.* . Honduras: S:A: PROINEL.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Ley Forestal.* Recuperado el 16 de febrero de 2015, de <http://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/12/Acuerdo-Ministerial-389.pdf>
- Normas para el manejo forestal sostenible de los bosque húmedos. (23 de Febrero de 2015). Obtenido de <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/Normas-para-el-Manejo-Forestal-Sostenible-de-los-Bosques-H%C3%BAmedos.pdf>
- Orozco, L., Brumer, C., & Quiroz, D. (2006). *Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales.* (Vol. Manual Técnico No. 63). Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza CATIE.
- Palma, H. F., & Tobar, E. P. (2008). *Diseño y estructuración de un Comité de gestión ambiental y establecimiento de un sistema integrado de control forestal, comunidad Río Blanco, Carchi.* Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- PDOT. (2011). Plan de ordenamiento territorial. Gobierno Autónomo Descentralizado Rural de Alto Tambo.
- PDOT. (2014). *PDOT.* Obtenido de Plan de ordenamiento territorial gobierno autónomo descentralizado de La parroquia de Lita: <http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagn>

ostico/1060023040001_FASE%20DIAGNOSTICO%20GAD%20LITA%
2018-05-2015_18-05-2015_20-53-28.pdf

- Quesada; Acosta; Garrol; Castillo. (2012). *Dinamica del crecimiento del bosque húmedo tropical, 19 años después de la cosecha bajo cuatro sistemas de aprovechamiento forestal de la península de Osa*, (Vol. 25). Costa Rica: Vicerrectoría de Investigación y Extensión del.CATIE.
- Renolfi, C. d., Díaz, Cardonal, & Ruiz. (2012). *Tiempos, rendimientos y costos del aserradero de Algarrobo blanco (Prosopis alba) en Santiago del Estero, Argentina*. Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/quebra/v20n1/v20n1a03.pdf>
- Rodríguez R., M. (1996). *Manual de Identificación de Especies Forestales de la Subregión Andina*. Lima, Perú: INIA-Perú.
- Ruiz, D. (2006). *Proyecto de factibilidad de exportación de madera aserrada al mercado de España, periodo 2005- 2014*. (P. d. integración, Ed.) Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/6321>
- UNAL (s.f.). *Conceptos básicos sobre aprovechamiento y transporte forestal*. Obtenido de http://www.bdigital.unal.edu.co/51/7/24_-_6_Capi_5.pdf
- Sánchez , D. L. (2009). Propuesta de mejoramiento del esquema de apoyo para la construcción de caminos forestales de la comisión nacional forestal en México. En *Como repositorio para obtener el título de ingeniero forestal*. Chapingo Estado de México.: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Santos, S. P. (2014). *Propuesta de un sistema de contabilidad de costos por órdenes de producción y su impacto en las empresas manufacturera INSUDECOR Cía LTDA*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6945/1/UPS-CT003601.pdf>
- Tanner, H. (2006). *Tala dirigida con motosierra en bosques tropicales*. Turrialba Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE Unidad de Manejo de Bosques Naturales.
- Tolosana E., R. J. (s.f.). *Estudio de tiempos, rendimientos y costos del desembosque con cable aéreo en Cataluña*.
- Tolosana, E. E. (2009). *Manual técnico para el aprovechamiento y elaboración de biomasa forestal*. Madrid: Fucovasa y Mundi - Prensa. Obtenido de

<http://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484763833/manual-tecnico-para-el-aprovechamiento-y-elaboracion-de-biomasa-forestal>

- USAID. (2006). *plan de manejo forestal para un área de 23,61 ha de propiedad del consejo comunitario del Alto Guapi en el municipio de Guapi Departamento del Cauca*. Guapi departamento del Cauca: programa Colombia Forestal.
- Venegas, G., & Louman, B. (2001). *Aprovechamiento con tratamiento silvicultural de impacto reducido en un bosque montano de la cordillera de Talamanca, Costa Rica*. Turrialca, Costa Rica: Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza , CATIE Unidad de manejo de Bosques Naturales.
- Viteri, A. (2010). *Documento de análisis del sector forestal en el contexto de adaptación y mitigación al cambio climático del sector uso de suelo, cambio de suelo, y silvicultura (forestal) en el Ecuador*. (E. V. Pablo Cuenca, Editor) Obtenido de [http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Forestry%20\(mitigation\)/05_Ecuador%20NIP_forestry%20mitigation.pdf](http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Forestry%20(mitigation)/05_Ecuador%20NIP_forestry%20mitigation.pdf)
- Weave, W., Weppner, E., & Hagans, D. (2014). Manual de caminos forestales rurales. En P. W. ASSOCIATES (Ed.). Ukiah, California: Junta de control de recursos acuíferos del estado de California y el departamento forestal de California.
- Zárate, R. D. (2012). *Propuesta metodológica para análisis de costos en abastecimiento forestal*. Chapingo, Texcoco, estado de Mexico: Universidad Autónoma de Chapingo. Obtenido de <http://departamento-de-productos-forest.webnode.es/recursos/tesis/>

CAPÍTULO VII

ANEXOS.

Anexo 1. Costos de inversión del sistema de transporte por cables aéreos y acémilas.

Materiales	Unidad	N° Unidades	Costo Unitario \$	Costo parcial \$
CABLES AEREOS				
Motor de luz eléctrica	U	1	300,0	300
Cables de acero de 3/16` de diámetro	M	2400	1,0	2400
Cabo fortex de 5/6	Kg	10	95,0	950
Polea de acoplamiento para el motor	U	1	14,0	14
Poleas grandes de aluminio de 22 cm	U	4	25,0	100
Poleas pequeñas de 8cm	U	4	15,0	60
Cabos	Kg	1	50,0	50
Banda Nro.64 de motor	Kg	1	15,0	15
TOTAL				3889
ACEMILAS				
Caballos	U	8	400,0	3200
monturas	U	8	40,0	320
Cabo fortex de 5/6	Kg	20	0,45	25
Peleros	Ha	1	14,0	112
Herraduras	U	32	2,0	64
TOTAL				3721

Elaborado por: Samuel Espinoza

Anexo 2. Cálculo de depreciación de los sistemas.

Materiales	Costo	Valor de retorno	Vida útil	Depreciación anual	Periodo de tiempo (días/años)	Depreciación/ periodo
CABLES AEREOS						
Motor	300	15	5	57	0,04	2,38
Cables de acero de 3/6	3600	180	4	570	0,04	23,75
Cabo fortex 5/6 pulgadas	950	47,5	1	902,5	0,04	37,60
Polea de acoplamiento	14	0,7	2	6,65	0,04	0,28
Polea de aluminio 22cm	100	5	3	31,66	0,04	1,32
Poleas pequeñas de 8cm	60	3	3	19	0,04	0,79
Cabos	50	2,5	1	47,5	0,04	1,98
Banda	15	0,75	1	14,25	0,04	0,59
TOTAL				1648,57	0,333	68,69
ACEMILAS						
Caballos	3200	160	15	202,6	0,04	8,44
monturas	320	16	2	152	0,04	6,33
Cabo fortex 5/6 pulgadas	25	1,25	1	23,75	0,04	0,99
Peleros	112	5,6	2	53,2	0,04	2,22
Herraduras	64	3,2	1	60,8	0,04	2,52
TOTAL				492,42	0,208	20,52

Elaborado por: Samuel Espinoza

Anexo 3. Costos de mano de obra del montaje y desmontaje de los sistemas.

Actividad	U	N° U	Costo U \$	H./ produc.	H./ improduc.	Costo Parcial \$
CABLES AEREOS						
Inspección técnica del área	J	1	17,70	7	1	17,70
Apertura y corrección de trocha	J	4	17,70	7	1	70,80
Ubicación de postes y elaboración del molinete de madera	J	3	17,70	7	1	51,10
Tendido y tensionado del cable sobre trocha	J	4	17,70	7	1	70,80
Tendido y tensionado de cable de tracción (cabo)	J	3	17,70	7	1	51,10
Acoplamiento del sistema	J	1	17,70	4	1	17,70
Prueba del sistema	J	1	17,70	1	0,30	17,70
Desmontaje	J	3	17,70	7	1	51,10
TOTAL				47	7,30	348
ACEMILAS						
Inspección técnica del área	J	1	17,70	7	1	17,70
Apertura y corrección de trocha	J	2	17,70	7	1	35,40
TOTAL				14	7,30	53,10

Elaborado por: Samuel Espinoza

Anexo 4. Costos de combustible para montaje del sistema \$.

Concepto	Unidad	N° de U	Costo U \$	Costo Parcial \$
CABLES AEREOS				
Aceite de lubricación de dos tiempos	L	1	6,0	6
Gasolina	G	5	1,45	7,25
Aceite quemado	L	1	0,75	0,75
TOTAL				14
ACEMILAS				
Alimentación	Ha	1	100	100
Aceite de lubricación de dos tiempos	L	1	6,0	6
Gasolina	G	2	1,45	2,90
Aceite quemado	L	1	0,75	0,75
Limas de afilar	U	1	1,70	1,70
TOTAL				111,35

Elaborado por: Samuel Espinoza

Anexo 5. Costo de repuestos.

Materiales	Unidad	N° de U	N° de U	Costo parcial \$
CABLES AEREOS				
Banda Nro. 64 de motor	U	2	15,0	30
Cabo fortex de 5/6	Kg	1	95,0	95
Poleas pequeñas de 8cm	U	2	15,0	30
Cables de acero de 3/16` diámetro	M	100	1,5	150
Alternador del motor	U	1	30,0	30
TOTAL				335
ACEMILAS				
Monturas	U	4	30,0	120
Cabo fortex de 5/6 pulgadas	Kg	1	0,45	25
Herraduras	U	32	3,0	96
TOTAL				241

Elaborado por: Samuel Espinoza

Anexo 6. Rendimiento y número de tablonos transportados por cable aéreo y acémila / ciclo / hora / día.

Sistema	Cargado al hombro	Cable aéreo		Total Cable	Acémila
		Contra pendiente	A favor de la pendiente		
Distancia /m	128	1600	800	2528	1608
Nro. de jornales/día	3	2	2	2,33	8
N° viajes/hora	4	12	17	4	1
N° Tablonos/ciclo	6	2	2	3,3	32
Tablonos/hora	24	24	34	13,3	
Tablonos/día	168	192	272	105,6	64
Tablonos / semana	840	960	1360	528	320

Elaborado por: Samuel Espinoza

Anexo 7. Volúmenes de tablonos transportados por cable aéreo y acémila / ciclo / hora /día m³.

Sistema	Cargado al hombro	Cable aéreo		Total Cable	Acémilas
		Contra pendiente	A favor de la pendiente		
Distancia/ m	128	1600	800	2528	1608
Vol. m ³ /ciclo	0,18	0,06	0,06	0,09	0,96
Vol. m ³ /hora	0,72	0,72	1,02	0,39	
Vol. m ³ /día	5,04	5,76	8,16	3,16	1,92

Elaborado por: Samuel Espinoza

Anexo 8. Análisis comparativo de los tiempos de transporte de tablonos por los sistemas en minutos, por ciclo, hora y día por cable aéreo.

Sistema	Cargado al hombro	Cable aéreo		Total Cable	Por acémila
		Contra pendiente	A favor de la pendiente		
Distancia/ m	128	1600	800	2528	1608
N° Tablonos/ciclo	6	2	2	3,3	32
Tiempo/ciclo min	9,19	4,93	3,58	17,7	180,99
ciclos/hora	4	12	17	4	1
ciclos/día	28	96	136	32	2
Tiempos productivos	1304,31	1971,81	1431,02	4707,14	4978,87
Tiempos improductivos	828,8	240	180	1248,8	1534,26
Tiempos totales	2133,11	2190,81	1611,02	5956,15	6513,13

Elaborado por: Samuel Espinoza

Anexo 9. Tiempo total de los ciclos de transporte de tablonos por cable aéreo.

	Carga /min.	Recorrido /min.	Descarga /min.	Retorno /min.	Improduc /min	Total
Media	2,51	8,83	2,29	4,1	416,27	17,74
D.E.	0,05	1,06	0,05	0,85	358,52	1,84
Var(n)	3,00E-03	1,13	2,90E-03	0,72	85691,9	3,39
E.E.	2,70E-03	0,05	2,70E-03	0,04	206,99	0,09
CV	2,18	12,03	2,35	20,7	86,13	10,4
Mín.	2,36	6,85	2,14	2,35	180	14,82
Máx.	2,69	11,24	2,41	6,33	828,8	22,32
Suma	1005,75	2205,69	916,7	579,21	1248,8	5956,15
Suma Cuad.	2530,03	14702,29	2102	2461,5	776909,44	6364,62

Elaborado por: Samuel Espinoza

Anexo 10. Estimadores estadísticos para los tiempos de carga, recorrido y descarga por acémilas.

	Carga /min	Recorrido /min	Descarga /min	Recorrido/vacío/min	Improduc /min	Total
Media	1,48	94,52	1,11	83,88	1534,26	180,99
D.E.	0,12	9,99	0,04	9,53	0	59,52
Var(n)	0,01	95,77	1,80E-03	87,15	0	3524,66
E.E.	0,01	2	3,00E-03	1,91	0	4,21
CV	7,78	10,57	3,83	11,36	0	239,08
Mín.	1,02	76	1,01	64	1534,26	2,08
Máx.	1,59	112	1,19	100	1534,26	214,09
Suma	296,44	2363	222,43	2097	1534,26	6513,13
Suma Cuad.	442,03	225745	247,74	178075	2353953,75	28877,74

Elaborado por: Samuel Espinoza

Anexo 11. Costos de transporte de tablonos por cable aéreo y acémila.

Sistema	Cargado al hombro	Cable aéreo		Total cable	Por acémila
		Contra pendiente	A favor de la pendiente		
Tablonos/día	168	192	272	238,66	64
Costo jornal \$	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70
Nro. de jornales/día	3	2	2	2,33	1
Nro. de días laborados	5	4	3	12	13
Total costo de jornales\$	265,5	141,6	106,2	513,3	239,1
Costos de instalación	17,70	241,2	120,6	379,5	64,45
Costo diario sistema \$	3,16	5,42	7,68	17,84	120,00
Alquiler del sistema	0	216,05	108,02	324,07	1560
Costo tablón unidad \$	0,35	0,74	0,41	1,50	2,32
Costo tablón m ³ \$	11,66	24,66	13,66	50	77,64
Costo total/24m ³	280	592	328	1200	1863,55

Elaborado por: Samuel Espinoza

ANEXO II FOTOGRAFIAS

SECTOR I

Transporte por cable aéreo



Reconocimiento del sitio.



Direccionamiento del cable



Apertura de la vía de extracción.



Arboles mástiles o postes.



Recolección de los postes



Elaboración del molinete:



Tendido del cable principal.



Levantamiento y tensionado del cable principal.



Tendido cabo de Tracción.



Colocación de las poleas grandes:



Colocación de las poleas pequeñas.



Acoplamiento del motor de luz eléctrica al sistema del cable



Estructura del sistema inicio



Estructura del sistema final



Extracción con hombro



Recorrido



Amarre de la madera al sistema



Operación de prueba.



Recorrido de la madera



Toma de datos

SECTOR 2

Transporte por acémila



Reconocimiento del sitio



Desbanque de vía.



Cargado de la madera



Recorrido de las acémilas



Descargado de la madera



Arrumado de madera



Toma de datos