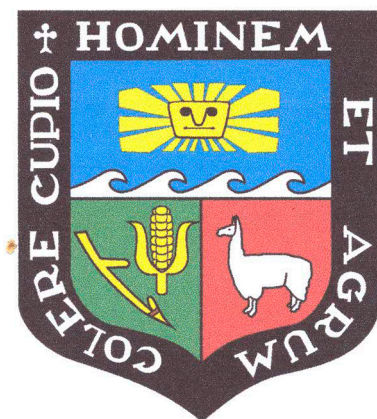


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL:**

**“DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA A CAUSA DE LAS
OPERACIONES DE APROVECHAMIENTO FORESTAL DE IMPACTO
REDUCIDO EN LA CONCESIÓN FORESTAL CONSORCIO FORESTAL
AMAZÓNICO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA, ATALAYA - UCAYALI”**

EJECUTOR: Giorgio De Dea Peña

ASESOR: Mg.Sc. Milo Bozovich Granados

La Molina, 2017

ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|--|-----------|
| I. Resumen del trabajo | 4 |
| II. Introducción..... | 4 |
| III. Objetivos | 5 |
| 1. Objetivo general..... | 5 |
| 2. Objetivo específico | 5 |
| IV. Revisión bibliográfica | 5 |
| 1. Concesiones forestales..... | 5 |
| 1.1. Concesiones con fines maderables | 6 |
| 2. Aprovechamiento forestal..... | 7 |
| 2.1. Etapas del aprovechamiento forestal | 9 |
| 2.1.1. Pre aprovechamiento forestal | 9 |
| 2.1.2. Aprovechamiento forestal | 13 |
| 2.1.3. Post aprovechamiento forestal | 17 |
| 3. Sistemas de aprovechamiento forestal según el nivel de planificación. | 20 |
| 3.1. Aprovechamiento convencional..... | 20 |
| 3.2. Aprovechamiento de impacto reducido. | 22 |
| 3.2.1. Planificación de aprovechamiento | 24 |
| 3.2.2. Capacitación y entrenamiento | 25 |
| 3.2.3. Control y monitoreo..... | 26 |
| 4. Impactos del aprovechamiento de impacto reducido..... | 26 |
| 5. Metodología para evaluar los impactos del aprovechamiento de impacto reducido | 31 |
| 6. Medidas para la mitigación del impacto..... | 33 |
| 7. Materiales y equipos..... | 36 |
| 8. Área de estudio..... | 37 |
| 9. Metodología..... | 38 |
| 9.1. Medición de claros en las operaciones de corta..... | 38 |
| 9.2. Medición de claros generados por la construcción de patios de acopio. | 41 |
| 9.3. Medición de claros generados por la construcción de caminos y las operaciones de desembosque..... | 44 |
| 10. Resultados y discusiones..... | 47 |
| 10.1. Pérdida de cobertura vegetal por construcción de caminos..... | 48 |
| 10.2. Pérdida de cobertura vegetal por operaciones de corta. | 51 |
| 10.3. Pérdida de cobertura vegetal por construcción de patios de acopio. | 53 |
| 10.4. Pérdida de cobertura vegetal por operaciones de desembosque..... | 54 |
| 10.5. Estimación de la pérdida total de cobertura vegetal a causa de las operaciones de aprovechamiento de impacto reducido. | 55 |
| V. Conclusiones..... | 59 |
| VI. Recomendaciones..... | 61 |
| VII. Referencias bibliográficas | 62 |
| VIII. Anexos..... | 66 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Página |
|---|--------|
| TABLA 1. PÉRDIDA DE COBERTURA OCACIONADA POR CADA ACTIVIDAD SEGÚN EL TIPO DE APROVECHAMIENTO. | 30 |
| TABLA 2: COORDENADAS UTM DEL ÁREA EVALUADA..... | 37 |
| TABLA 3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE PÉRDIDA DE COBERTURA A CAUSA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS. | 48 |
| TABLA 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE PÉRDIDA DE COBERTURA A CAUSA DE LAS OPERACIONES DE CORTA. | 51 |
| TABLA 5. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE PÉRDIDA DE COBERTURA A CAUSA DE LA CONSTRUCCIÓN DE PATIOS DE ACOPIO. | 53 |
| TABLA 6. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE PÉRDIDA DE COBERTURA OCACIONADA A CAUSA DE LAS OPERACIONES DE DESEMBOSQUE. | 54 |
| TABLA 7. DETERMINACIÓN DEL ÁREA TOTAL DEFORESTADA POR ACTIVIDAD A PARTIR DE LA RELACIÓN PÉRDIDA DE COBERTURA Y ARBOLES APROVECHADOS. | 55 |
| TABLA 8. DETERMINACIÓN DEL ÁREA TOTAL DEFORESTADA POR ACTIVIDAD A PARTIR DE LA RELACIÓN PÉRDIDA DE COBERTURA Y VOLUMEN APROVECHADO. | 56 |
| TABLA 9. DETERMINACIÓN DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA POR UNIDAD DE ÁREA APROVECHADA. | 56 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página |
|--|--------|
| FIGURA 1. MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO..... | 38 |
| FIGURA 2. DIAGRAMA PARA EVALUACIÓN DE CLAROS EN LAS OPERACIONES DE CORTA. | 39 |
| FIGURA 3. CÁLCULO DEL ÁREA DE LOS TRAPECIOS. | 39 |
| FIGURA 4. CÁLCULO DEL ÁREA DE CLAROS OCASIONADOS POR LAS OPERACIONES DE CORTA A PARTIR DE LA SUMA DE ÁREAS PARCIALES. | 40 |
| FIGURA 5. DIAGRAMA PARA EVALUACIÓN DEL ÁREA DEFORESTADA POR LA CONSTRUCCIÓN DE PATIOS DE ACOPIO. | 41 |
| FIGURA 6. MEDICIÓN DE LONGITUD EN LOS PATIOS DE ACOPIO. | 42 |
| FIGURA 7. MEDICIÓN DE ÁNGULOS EN LOS PATIOS DE ACOPIO..... | 43 |
| FIGURA 9. DIAGRAMA PARA LA EVALUACIÓN DEL ÁREA DEFORESTADA A CAUSA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y VIALES DE ARRASTRE. | 44 |
| FIGURA 10. CÁLCULO DEL ÁREA DEFORESTADA PARA CAMINO Y VIALES DE ARRASTRE A PARTIR DE LA SUMA DE ÁREAS PARCIALES. | 46 |
| FIGURA 11. MAPA FINAL DE ACTIVIDADES (ÁREA EFECTIVA APROVECHADA)..... | 47 |
| FIGURA 12. PÉRDIDA DE COBERTURA POR TIPO DE CAMINO. | 49 |
| FIGURA 13. PÉRDIDA DE COBERTURA POR TIPO DE CAMINO POR KILÓMETRO CONSTRUIDO. | 50 |
| FIGURA 14. ÁREA DE CLAROS POR ESPECIE GENERADA POR LAS OPERACIONES DE CORTA. | 52 |
| FIGURA 15. PÉRDIDA TOTAL DE COBERTURA VEGETAL..... | 57 |
| FIGURA 16. PÉRDIDA DE COBERTURA POR ACTIVIDAD. | 57 |

I. RESUMEN DEL TRABAJO

El presente trabajo monográfico detalla los resultados obtenidos en la evaluación de pérdida de cobertura vegetal realizada en la concesión forestal Consorcio Forestal Amazónico SAC, ubicada en la provincia de Atalaya, departamento de Ucayali, la cual formó parte del sistema de monitoreo ambiental implementado con la finalidad de evaluar y controlar los impactos generados por las operaciones de aprovechamiento forestal, a través de la generación de indicadores que permitan evaluar la eficiencia de la gestión de la operación y, de ser necesario, proponer acciones correctivas orientadas a la mejora de los procesos.

Asimismo, como parte de esta evaluación, se han desarrollado relaciones entre la pérdida de cobertura y las distintas variables del aprovechamiento, con la finalidad de generar ratios que permiten hacer proyecciones para la determinación del área deforestada en condiciones similares.

II. INTRODUCCIÓN

Las operaciones de aprovechamiento forestal en los bosques tropicales del Perú son por lo general del tipo convencional, caracterizándose no solo por ser de baja productividad y sumamente peligrosas, sino también por ser generadoras de grandes impactos ambientales y daños irreversibles a los bosques, poniendo en riesgo la continuidad de estos y por ende, la sostenibilidad de esta actividad productiva.

La generación de impactos y daños al ecosistema es inevitable, sin embargo, es posible minimizarlos, mediante la adopción de operaciones de aprovechamiento de impacto reducido (AIR), las cuales se basan en la aplicación de un conjunto de métodos y técnicas, correctamente planificadas, adecuadamente monitoreadas y ejecutadas por personal capacitado.

En líneas generales, las operaciones de AIR no se encuentran muy difundidas en nuestro país debido a una serie de problemas por los que atraviesan las empresas dedicadas a la actividad maderera, como la baja capacidad de inversión, falta de tecnología y escasez de personal capacitado. Así mismo, se desconoce la repercusión de los impactos generados por estas operaciones sobre sostenibilidad de los bosques, razón por la cual existe un completo

desinterés para la determinación de dichos impactos y en la adopción de medidas de mitigación con la finalidad de provocar daños irreversibles al bosque.

En base a lo expuesto y considerando que la pérdida de cobertura vegetal es uno de los impactos ambientales más significativos ocasionados por las operaciones de aprovechamiento forestal, el presente trabajo detalla el efecto de las técnicas de la implementación del aprovechamiento de impacto reducido aplicadas a la pérdida de cobertura vegetal. Asimismo, se detalla la utilidad de esta información en la gestión del aprovechamiento. Esta evaluación formó parte del sistema de monitoreo ambiental implementado en la concesión forestal Consorcio Forestal Amazónico SAC, para la evaluación de la gestión del aprovechamiento en términos ambientales.

III. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

- Contribuir con la generación de información sobre los beneficios de la implementación de las técnicas de aprovechamiento forestal de impacto reducido en las concesiones forestales en el Perú.

2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar la pérdida de cobertura vegetal causada por las operaciones de aprovechamiento forestal de impacto reducido en una concesión forestal con fines maderables ubicada en el departamento de Ucayali.

IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. CONCESIONES FORESTALES.

La concesión de recursos forestales y de fauna silvestre es un acto de naturaleza administrativa mediante el cual, la Autoridad Forestal otorga el derecho de aprovechamiento de un determinado recurso forestal y/o de fauna silvestre, tanto para fines de producción de madera como de productos diferentes a la madera, incluyendo asimismo usos no extractivos,

como el ecoturismo y la conservación, así como derechos a los beneficios procedentes de los servicios de los ecosistemas que se desprendan de su manejo (OSINFOR, s.f).

El Art. 51 de La Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley 29763) menciona que la concesión forestal es un bien incorporal registrable. Puede ser objeto de hipoteca, así como de disposición a través de la figura de cesión de la posición contractual u otros actos acordes a la naturaleza del título. La concesión forestal, su disposición y la constitución de derechos reales sobre ella se inscriben en el registro público respectivo.

Así mismo, también se menciona que el Estado, a través de los gobiernos regionales, otorga, en áreas de dominio público, derecho para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales y de fauna silvestre y derecho de uso y disfrute de dichos recursos naturales, y, en consecuencia, la propiedad de los frutos y productos extraídos legalmente, así como para todo tipo de actividad forestal, incluyendo, según los casos, la producción de madera, de productos forestales diferentes a la madera, el desarrollo de actividades de ecoturismo o con fines de conservación; así como derecho a los beneficios procedentes de los servicios de los ecosistemas que se desprendan de su manejo.

Los concesionarios son los responsables directos por la integridad de la concesión en la superficie otorgada, asegurando su aprovechamiento sostenible de acuerdo a lo estipulado en el plan de manejo y en el contrato respectivo, constituyéndose en custodios forestales y de fauna silvestre. Para ello, adoptan las medidas pertinentes a fin de evitar la extracción ilegal de los recursos naturales y otras acciones que afecten la integridad de su concesión, y denuncian oportunamente estos hechos ante el punto focal de denuncias, la autoridad regional forestal y de fauna silvestre o la autoridad policial o militar más cercana (Art.53 de la Ley N° 29763).

Los tipos de concesiones en el Perú son las siguientes: concesiones forestales con fines maderables, concesiones para productos diferentes a la madera, concesiones para ecoturismo y concesiones para conservación (Ley N°29763).

1.1. CONCESIONES CON FINES MADERABLES

La Ley N° 29763 menciona que procede el otorgamiento de concesiones forestales con fines maderables en bosques de producción permanente establecidos en bosques primarios o

secundarios, categoría I y categoría II, de acuerdo a la zonificación forestal, en tierras de dominio público, a través de concurso público:

- a) Sobre la base de unidades de aprovechamiento de cinco mil hectáreas hasta diez mil hectáreas de extensión, por el plazo de hasta cuarenta años renovables, de acuerdo a las condiciones que establece el reglamento.
- b) Sobre la base de unidades de aprovechamiento de más de diez mil hectáreas hasta cuarenta mil hectáreas de extensión, por el plazo de hasta cuarenta años renovables, de acuerdo a las condiciones que establece el reglamento. El procedimiento para la promoción y determinación del tamaño de la unidad de aprovechamiento para cada bosque de producción permanente a ser concesionado, es determinado por estudios técnicos realizados por el SERFOR en coordinación con el gobierno regional correspondiente, los cuales son aprobados mediante resolución ministerial del Ministerio de Agricultura. El reglamento establece los mecanismos para otorgar las concesiones de manera competitiva, equitativa y transparente, evitando prácticas monopólicas.

2. APROVECHAMIENTO FORESTAL

FAO (2008) define el aprovechamiento forestal como la suma de todas las operaciones relacionadas con la corta de árboles y extracción de fustes, u otras partes utilizables provenientes de los bosques para la elaboración de productos industriales. Sin embargo, en la actualidad, el aprovechamiento ya no sólo se refiere al proceso de extracción selectiva de los árboles de mayor importancia comercial, sino también toma en cuenta la importancia de los bosques como una fuente de productos no madereros y servicios medioambientales. Esta complejidad creciente hace que la planificación y ejecución de las operaciones de aprovechamiento sean más difíciles, puesto que estas operaciones se deben planificar y ejecutar de un modo tal que puedan adaptarse y, si es posible, reforzar el carácter de función múltiple de los bosques.

Cándamo (2009) menciona que el aprovechamiento de los bosques desempeña un papel importante en las diferentes regiones del mundo, no solo por los beneficios económicos para las personas vinculadas con el sector, también es muy apreciada la diversidad de usos de un recurso renovable enmarcado en ecosistemas con funciones protectoras, de conservación de la biodiversidad y valores recreativos insustituibles.

El Reglamento para la Gestión Forestal, aprobado el año 2015, señala que para el inicio de operaciones de cualquier título habilitante forestal es indispensable contar con el plan de manejo forestal aprobado por la ARFFS. El plan de manejo forestal es el instrumento de gestión forestal que constituye la herramienta dinámica y flexible para la implementación, seguimiento y control de las actividades de manejo forestal, orientado a lograr la sostenibilidad del ecosistema. Tiene carácter de declaración jurada, y su veracidad es responsabilidad del titular y el regente, según corresponda.

El nivel de planificación del manejo forestal se realiza considerando los siguientes criterios: La intensidad del aprovechamiento, extensión del área, nivel de impacto de las operaciones, caracterización del recurso, nivel de mecanización y la continuidad de intervención. Es así que existen tres niveles de planificación, que son los que se presentan a continuación:

a) Nivel alto

- Aplica a operaciones en áreas grandes o altas intensidades de aprovechamiento de productos forestales maderables.
- Operaciones con alto nivel de mecanización que generan impactos ambientales moderados y que se realizan en periodos continuos durante el año operativo.
- Este nivel no aplica para permisos en títulos habilitantes con fines de conservación, ecoturismo y productos diferentes a la madera.

b) Nivel medio

- Aplica a operaciones en áreas de tamaño mediano o volúmenes medianos de aprovechamiento de productos forestales maderables, que implica un nivel de mecanización intermedio y que se realizan en periodos no continuos durante el año operativo.
- Este nivel le es aplicable a títulos habilitantes para productos diferentes a la madera, ecoturismo y conservación.

c) Nivel bajo

- Aplica a operaciones en áreas pequeñas o con bajas intensidades de aprovechamiento de productos maderables y productos diferentes a la madera, que no generan impactos ambientales negativos.

- El aprovechamiento a través de los habilitantes realizado bajo conducción directa por la comunidad.
- Son implementadas a través de Declaración de Manejo.

2.1. ETAPAS DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL

Una buena planificación del aprovechamiento debe tener en cuenta las actividades antes, durante y después del aprovechamiento. Se consideran tres etapas: Pre aprovechamiento forestal, aprovechamiento forestal y post aprovechamiento forestal.

2.1.1. PRE APROVECHAMIENTO FORESTAL

Son consideradas actividades previas al inicio de operaciones, los inventarios y censos para la formulación de planes de manejo, planificación de infraestructura, trazado de vías, apertura de linderos y vías de acceso, construcción de campamentos así como labores de vigilancia del área; las cuales no requieren la aprobación del plan de manejo para su realización (Art. 54 del Reglamento para la Gestión Forestal).

a. El inventario forestal exploratorio

El art. 36 del Reglamento para la Gestión Forestal menciona que los inventarios son procesos mediante los cuales se evalúa cualitativa y cuantitativamente diversas características de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre. SSC (2014) añade que inventario forestal es una herramienta que permite recopilar información del área, localización, cantidad, calidad y crecimiento de los recursos forestales del bosque, con la finalidad de evaluar el potencial maderable que existe en los bosques de producción identificados en la zonificación forestal.

El objetivo del inventario está determinado por el tipo de información que se requiere o el énfasis que debe ponerse en un determinado tipo de información. Es así que un inventario exploratorio se lleva a cabo para recolectar información básica para la evaluación y monitoreo de bosques a gran escala, sirviendo de fuente de información para la elaboración de los Planes de Manejo Forestal para los usuarios con una visión amplia y general del estado actual de sus bosques (JICA, 2016). El diseño del inventario comprende tres aspectos principales: el diseño de muestreo, el diseño de la parcela de muestreo y la determinación del tamaño de la muestra.

Malleux (1982) señala que para la elaboración de Planes de Manejo Forestal con fines maderables, el diseño de inventario más recomendable para los bosques amazónicos es el sistemático estratificado con unidades muestrales (parcelas) rectangulares, siendo las parcelas más eficientes las de media hectárea (por ejemplo: fajas de 500 x 10m) en comparación con las parcelas de una hectárea. La distribución de las muestras debe ser proporcional a la existencia de cada tipo de bosque en el área y el error de muestreo debe ser inferior al 20% para que tenga un nivel aceptable.

b. El censo forestal

El art. 38 del Reglamento para la Gestión Forestal menciona que el censo comercial en un área de aprovechamiento es el proceso mediante el cual se registra información cualitativa y cuantitativa de los recursos forestales de las especies de interés comercial para el titular del título habilitante, en las áreas de aprovechamiento que involucre, entre otros, los individuos aprovechables, semilleros y de futura cosecha, con la finalidad de formular los planes operativos (PO) de manejo para el aprovechamiento en el corto plazo.

SSC (2014) señalan que el censo forestal, también llamado inventario de existencias o inventario al 100%, es una herramienta de evaluación cuantitativa y cualitativa, que permite registrar los árboles de importancia comercial, representando el potencial total de los recursos forestales aprovechables de la Parcela de Corta Anual (PCA) por lo que se realiza únicamente en el área efectiva, destinada al aprovechamiento anual.

De acuerdo a Orozco, et al (2006) el censo tiene como objetivo diseñar un PO bajo el enfoque de Aprovechamiento de Impacto Reducido (AIR). Para este fin es necesario recolectar la siguiente información:

- Topografía del terreno: red hidrográfica, relieve, infraestructura existente, accidentes topográficos especiales (aguajales, varillales, etc.)
- Ubicación y medición de los árboles de especies comerciales con diámetro superior al DMC.
- Especies, diámetro, altura comercial y porcentaje de defectos en los árboles comerciales con diámetro superior al DMC.

Los métodos para levantar la información son diseñados de acuerdo a la realidad de cada zona, sin embargo, en la primera etapa, es recomendable abrir dos líneas base , a partir de la cual inician y terminan perpendicularmente líneas auxiliares, cada 50, 75 ó 100 m, cubriendo el área total de la PCA. Es importante que queden registrados sus azimuts. Ya sea durante la misma entrada, o en una segunda etapa de campo, se levanta la información correspondiente a los tres puntos señalados en el párrafo anterior (Orozco, et al; 2006).

En función a los árboles evaluados, se establece un código para cada uno de ellos, con el que se inicia el proceso de trazabilidad forestal. El código es la fuente principal con el cual se vinculan todos los datos cuantitativos y cualitativos de cada árbol censado dentro del área de aprovechamiento. La selección de árboles semilleros y aprovechables se realiza en campo durante el mismo censo procediendo a colocar una placa con el código en alto relieve, en el caso de árboles semilleros se pinta una marca alrededor del fuste a la altura del DAP (SSC, 2014).

c. Formulación del Plan de Manejo Forestal

El art. 44 de la Ley N°29763 señala que el manejo forestal se caracteriza por una gestión por ecosistemas, siendo necesario que todo aprovechamiento comercial o industrial de recursos forestales y servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre cuente con un plan de manejo aprobado por la autoridad regional forestal y de fauna silvestre. El plan de manejo forestal contiene el nivel de estudio de impacto ambiental acorde con la escala y la intensidad de las operaciones.

El Plan de Manejo Forestal (PMF) es el instrumento de gestión forestal que constituye la herramienta dinámica y flexible para la implementación, seguimiento y control de las actividades de manejo forestal, orientado a lograr la sostenibilidad del ecosistema. Tiene carácter de declaración jurada, y su veracidad es responsabilidad del titular y el regente, según corresponda (Art. 54 del Reglamento para la Gestión Forestal).

El Art. 57 del Reglamento para la Gestión Forestal señala que el SERFOR aprueba los lineamientos técnicos para la elaboración de PMF con la opinión previa favorable del MINAM. El PMF incluye los distintos niveles de planificación. Los lineamientos son elaborados con la participación de la ARFFS, OSINFOR, DGAAA, MINAM y otros actores relacionados respecto a los temas de su competencia. Estos lineamientos contienen, según corresponda, lo siguiente:

- Información general.
- Información de especies, recursos o servicios.
- Zonificación u ordenamiento interno del área con identificación de la UMF y de áreas de conservación.
- Sistema de manejo y labores silviculturales.
- Descripción de las actividades de aprovechamiento y maquinarias y equipos a utilizar.
- Medidas de protección de la UMF.
- Cronograma de actividades.
- Identificación y caracterización de impactos ambientales negativos, medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales generados por la actividad, incluido el manejo de residuos sólidos.
- Mapas o planos acompañados del informe con los datos de campo.

Los planes de manejo forestal son los siguientes: Plan General de Manejo Forestal (PGMF), Plan de Manejo Forestal Intermedio (PMFI), Plan Operativo (PO) y Declaración de Manejo (DEMA). Todos los planes de manejo deberán ser suscritos por un regente forestal, a excepción de la DEMA (Art. 56 del Reglamento para la Gestión Forestal).

d. Construcción de caminos, vías de arrastre y patios de acopio

La construcción y mantenimiento de caminos es una actividad de suma importancia para el transporte de la madera desde el bosque hacia el aserradero, ya que su correcta ejecución permite reducir los tiempos de tránsito (SSC, 2014).

La planificación para la construcción de la red vial depende del sistema de extracción. En áreas relativamente grandes donde se aplica un aprovechamiento mecanizado, se justifica planificar la construcción de caminos de acceso, principales y secundarios, además de las vías de arrastre. Existen casos en que solo se construyen vías de arrastre que se dirigen hacia ríos para transportar la madera por vía fluvial (Orozco, et al; 2006).

SSC (2014) menciona que la planificación de la construcción del camino debe hacerse pensando en el bosque productivo de la comunidad como un todo, y no solo en la parcela de corta anual que toca intervenir durante la zafra (año operativo). No se trata de un camino aislado sino de la columna vertebral de carácter permanente de donde se desprenderán los caminos secundarios.

Orozco, et al (2006) explican que previo a la apertura de los caminos el personal responsable de la planificación, en base a la información del censo, ubican y marcan los trazos en el terreno en base al mapa de dispersión, evitando en lo posible el cruce de causas de agua, terrenos húmedos o con altas pendientes. La construcción debe concordar con los trazos realizados en los mapas del plan operativo; sólo se hacen correcciones en la dirección por situaciones especiales, previo acuerdo entre el profesional forestal a cargo y el tractorista. La calidad de caminos debe corresponder al uso proyectado.

El mantenimiento de los caminos es importante y se debe realizar en zonas de drenaje por lluvias y obras de arte como puentes y emparrillados, acción garantizará un adecuado y oportuno transporte. El mantenimiento de caminos usualmente se realiza maquinaria especializada para tal fin, como motoniveladoras, cargadores frontales y volquetes para el traslado de material, sin embargo, se incrementa significativamente los costos de las operaciones, siendo es común emplear la maquinaria de la construcción de caminos, arrastre y carguío de madera (ídem).

SSC (2014) manifiestan que los patios de acopio en el bosque se construyen con maquinaria empleada en la construcción de los caminos, ubicándose en base a la dispersión de los árboles talados previamente. Técnicamente los patios deben construirse en un área. Los patios son un punto importante dentro de la operación ya que en ellos confluyen dos de las principales labores operativas: el arrastre y el carguío de madera, siendo también clave para el control de la medición de la madera para obtener la cubicación del volumen de las trozas producidas y transportadas hasta los puertos fluviales.

2.1.2. APROVECHAMIENTO FORESTAL

Las actividades del aprovechamiento forestal son las que se describen a continuación:

a. Tala de árboles

La operación de tumba es el eje de todas las operaciones de extracción, ya que prepara al árbol para su arrastre y posterior transporte hacia el aserradero. Así mismo, es una de las operaciones más técnicas, ya que requiere del análisis de varios factores y el uso de técnicas muy precisas para una extracción de bajo impacto (Orozco, et al; 2006).

La tala dirigida consiste en el apeo del árbol en una dirección deseada para procesarlo, o que quede en una posición conveniente para el arrastre. La dirección final depende de varios factores, entre ellos, la dirección natural de caída, la ubicación de la pista de extracción o más conveniente para que sea procesado, las posibilidades de daños a otros árboles, el menor riesgo para operarios.

Orozco, et al (2006) mencionan que para una correcta aplicación de la tala dirigida es necesario contar con personal capacitado y motivado sobre la necesidad y beneficios que representa la tala dirigida. Una brigada de tala debe estar constituida como mínimo por un motosierrista y un ayudante. La brigada de tala cuenta con un mapa o croquis con la ubicación de los árboles a cortar para optimizar el trabajo evitando recorridos innecesarios y una motosierra, que por su alto rendimiento, su bajo costo y facilidad de operación, ha ido desplazando al hacha en la tala de bosques tropicales.

La mayoría de los expertos reconocen que la implementación de técnicas en para la tala dirigida es necesaria para un correcto aprovechamiento del bosque, pero en la práctica, éstas no se aplican y tampoco la tecnología específica, dejando el trabajo en manos de personal que no cuenta con la suficiente capacitación, ni con la inspección de expertos en el tema. Como resultado de la anterior situación, se originan pérdidas significativas de madera en el bosque, impactos indeseables en el medio ambiente e incluso accidentes con pérdidas de vidas humanas (Orozco, et al; 2006).

b. Arrastre de árboles

Orozco, et al (2006) señalan que el arrastre de árboles o también conocido como “transporte menor”, es el traslado de la madera en troza, cuartón o tabla desde el sitio de tala hasta otro lugar desde donde se llevarán al sitio de procesamiento. Existen muchas modalidades de transporte menor, ya sea por vía terrestre, acuática o aérea. El más común es el arrastre por vía terrestre mediante tracción mecánica. El tractor articulado o “Skidder” es una

maquinaria especialmente construida para arrastrar las trozas en el bosque desde el sitio de la tala hasta el patio de acopio.

El personal responsable de la planificación (delineadores) ubica los árboles talados en base a los mapas y reportes de tala, marcando con cintas la ruta que deberá seguir el Skidder para llegar hasta cada árbol talado. El marcado previo de las viales se realizara considerando el recorrido más eficiente, para lo cual se considera la dispersión de los árboles talados, la red hidrográfica y la fisiografía del terreno (SSC, 2014).

El operador del Skidder localizará la carga preparada, enganchará y anotará en una libreta de campo los códigos de la carga y el nombre de la especie. Al finalizar la jornada el operador de Skidder debe transferir la información de la libreta de campo al formato de Arrastre. En caso de que el Skidder no pueda movilizar una carga seccionada por el motosierrista de tala, el operador con ayuda de un motosierrista procederá a seccionar la carga a la capacidad de arrastre, esta a su vez es redimensionada y recodificado para los efectos de trazabilidad y anotado en la libreta de campo, para luego de finalizar la jornada sean transferidas al siguiente formato (ídem).

El almacenamiento de las trozas en los patios debe realizarse apilando las trozas de manera ordenada buscando reducir el área de los patios, disminuyendo el impacto al bosque y facilitando la labor de trozado y carguío en los patios. El apilado o acomodo de trozas se hace en función del espacio y ubicación de los patios de acopio, y sobre todo en función del sistema de carga a utilizar (RGI, s.f).

c. Carguío, despacho y transporte en el bosque

El cubicador del patio de acopio recibe las cargas del Skidder, predimensiona y marca las trozas en base a medidas comerciales y a la capacidad de la plataforma del camión de carga; el motosierrista de patio troza la madera en base a las marcas del cubicador. Una vez trozadas las cargas del skidder, éstas se convierten en cargas para el camión plataforma; las mismas que pasan a ser marcadas sin equivocación alguna con un número correlativo de cada troza, el cual se encuentra vinculado con el código del árbol censado (SSC, 2014).

La operación de carguío de madera involucra la carga de las trozas a los camiones empleando un cargador frontal. El despacho de madera implica una cubicación detallada de la carga, si el transporte tiene como destino el puerto fluvial para el acopio de trozas se llena

un formato interno, si la carga pasará algún control del estado, se incluirá el llenado de la guía de transporte forestal y la lista de trozas. Durante el acopio y carguío de trozas se realiza también actividades como el descortezado y la fumigación especies susceptibles a hongos (Orozco, et al, 2006).

El transporte de trozas, ya sea en camiones tronqueros solos o con una carreta articulada adicional, requiere utilizar cadenas o cables con tensores en sus extremos, o cintas de amarre de poliéster u otra fibra química. La carga deberá estar estibada y dispuesta de forma segura, de manera que evite cualquier tipo de caída del vehículo (SSC, 2014). Por lo general el transporte terrestre se realiza en camiones plataformas, la capacidad de transporte del camión depende de la longitud de plataforma, presencia de carretas, potencia de la máquina, densidad de la madera, dimensiones de las trozas y calidad de los camiones. Por cada viaje de camión, el despachador entrega un parte de despacho al conductor el cual sirve para el control de la carga y flete de un viaje (RGI, s.f).

Para el transporte fluvial se requiere de un patio en el puerto fluvial, donde el cargador procederá a descargar la madera del camión, luego verificará su conformidad y reportará a la administración del puerto para su procesamiento. Una vez derribadas todas las cargas y habiéndose retirado el camión, un cargador frontal recoge cada una de las trozas y apilará en rumas de hasta cuatro filas; asimismo las trozas serán agrupadas según especie, dejando callejones de entre rumas para permitir el paso del Skidder y/u otras maquinarias necesarias para el movimiento de trozas dentro del patio. La madera durada es cargada a las chatas o se arman boyas con la madera que flota, en ambos casos se emplea un cargador frontal y un tractor Skidder (SSC, 2014).

El transporte fluvial de madera con remolcadores y chatas consiste en cargar las trozas sobre una barcaza no motriz (chata) empujada por otra embarcación (remolcador). La capacidad de carga de una barcaza es de aproximadamente 2 500 t, siendo empujadas generalmente en conjunto con otras por el remolcador. Este sistema es utilizado en mayor medida para madera de altas densidades, cuya flotabilidad es limitada o nula; así también de manera general cuando el transporte es contracorriente (surcando los ríos).

El transporte fluvial con boyas es utilizado cuando la madera presenta buena flotabilidad, generalmente madera de densidades medias a bajas. RGI (s.f.) menciona que la capacidad de carga está definida básicamente evitando que las boyas sean sumergidas a mucha

profundidad. Por esa razón, cuando se da el caso, las trozas grandes son acomodadas sobre las pequeñas, de manera que las boyas no se vean directamente afectadas por los pesos mayores. De la misma forma que con barcazas, este sistema también requiere de un remolcador.

2.1.3. POST APROVECHAMIENTO FORESTAL

Las actividades posteriores al aprovechamiento forestal son las siguientes:

a) Aprovechamiento de residuos

En el aprovechamiento de un bosque tropical se generan dos tipos de residuos de madera: los que pueden ser procesados y utilizados y los que no tienen un uso directo pero pasan a formar parte de la materia orgánica en descomposición y contribuyen al ciclo de nutrimentos.

a.1. Residuos sin uso directo

Entre los residuos no utilizables están los tocones pequeños, fustes huecos, podridos, muy dañados por rajaduras y reventaduras, ramas delgadas y torcidas, hojas y las secciones torcidas del fuste. Todos estos residuos son fuente de nutrimentos, pero su acumulación en un solo sitio puede tener consecuencias negativas, pues autores como Steege, et al (1996) mencionan que esto puede provocar un mayor lavado de nutrimentos debido a que la tasa de descomposición supera la de absorción y uso; porque obstruye el crecimiento de la regeneración cuando hay piezas grandes o piezas muy pequeñas, como el aserrín, que se acumulan y compactan, y porque aumenta el daño causado por el fuego en caso de incendios.

Orozco, et al (2006) señalan que para reducir tales riesgos es recomendable manejar el tamaño de los claros que los claros de menor tamaño reducen la cantidad de lluvia que llega al suelo (menor lavado) y la cantidad de luz (menor secado del material).

a.2. Residuos con potencial de uso indirecto

Uno de los impactos negativos que el aprovechamiento puede tener en los bosques es el uso ineficiente de la materia prima. Esto resulta de la falta de capacitación de quienes manejan los equipos, falta de planificación de la tala y poco conocimiento de las opciones de uso para

la madera de dimensiones menores. El efecto inmediato de la pérdida de producto es la necesidad de cortar un mayor número de árboles para alcanzar la meta de producción.

La pérdida de una gran parte del volumen cortado se puede evitar si se usan las técnicas de AIR. Sin embargo, siempre va a quedar una cantidad apreciable de madera que, aunque no se pueda aprovechar de manera convencional, sí podría ser de utilidad con equipos especiales para dimensiones menores, sea en el mismo sitio (aserradero portátil) o en aserraderos especializados. Estos residuos pueden ser utilizados para elaborar artesanías, partes de mueblería, maceteros, entre otros.

b) Restauración de patios de acopio

Generalmente los patios de acopio y carga son áreas que sufren una gran compactación y encharcamiento a causa del tránsito de maquinaria pesada y camiones y de la acumulación de trozas de grandes dimensiones. Esta compactación tiene un efecto importante en la regeneración futura y en la infiltración del agua llovida. Si no se toman medidas para restaurarlos se pueden convertir en áreas erosionadas e inservibles (Orozco, et al; 2006).

La planificación y ubicación de los patios se hace pensando en que sirvan no sólo para un ciclo de corta, sino para todo el ciclo de manejo. Las actividades de restauración se limitan aquí a promover la infiltración de agua y evitar la erosión y formación de charcos, ya que no interesa el establecimiento de regeneración de especies leñosas, pues luego habría que eliminarlas (ídem).

Si los patios no se van a volver a usar, hay que promover la regeneración de la vegetación; para ello, se debe remover la tierra, tratando de obtener una superficie uniforme y descompactada para inducir la germinación de semillas. También es recomendable mezclar la tierra con desechos orgánicos, ya que estos pueden mejorar la capacidad del suelo para la infiltración y retención de agua (ídem).

En todos los casos, lo principal es lograr una superficie plana, con una ligera inclinación (1 a 2%) para evitar la concentración de agua cuando llueve. Si se construyeron fosas o rampas para la carga de camiones, se deben rellenar o derribar. Una vez que la superficie esté plana se deben preparar los drenajes necesarios según la topografía del terreno. Estos pueden incluir canales que desvíen el agua hacia otros sitios del bosque; en patios de gran tamaño podrían necesitarse drenajes internos. Debe tenerse especial cuidado con la salida de las

aguas del patio, a fin de evitar la destrucción de taludes o la formación de embalses en el bosque (ídem).

c) Cierre y mantenimiento de caminos

(Orozco, et al; 2006) La construcción de la red vial en un proyecto de aprovechamiento forestal en un bosque natural tropical conlleva un proceso de planificación que abarca muchos factores y condiciones que deben tenerse en cuenta. Así, los caminos principales y secundarios que serán utilizados durante todo el proceso de manejo del bosque deben recibir un mantenimiento preventivo pues se quiere poder transitarlos durante todo el periodo de manejo. Las pistas de arrastre que se planifican y construyen para llegar hasta los árboles cortados, generalmente presentan pendientes altas y condiciones de acceso más difíciles, por lo que deben recibir un tratamiento que impida la erosión.

Las pistas que no se van a usar más, deben ser completamente clausuradas y bloqueado el paso del agua. El bloqueo se puede hacer con una troza dañada, la cual se presiona contra el suelo, o haciendo un montículo de tierra con la pala del tractor. En ambos casos, lo que se busca es desviar el agua que circula en sentido longitudinal a la pista.

d) Evacuación de materiales y sustancias contaminantes

La evacuación de materiales y sustancias contaminantes se realizan con la limpieza de cauces en el caso de que en la tala, algún árbol de gran tamaño cruce los cauces provocando alteraciones en los cursos de agua. Si las ramas de uno o más árboles caen en una quebrada o río, hay que sacarlas para que el cauce quede en condiciones similares a las que tenía antes de la intervención. Igualmente, si se habilitan pasos para cruzar por cauces de agua, luego hay que sacar todos los obstáculos o alcantarillas colocados para desviar o detener el agua (Orozco, et al; 2006).

Para el caso de los materiales residuales que quedan después del aprovechamiento forestal, solamente los residuos orgánicos pueden ser enterrados en el mismo sitio; para ello, previamente hay que clasificar la basura, para lo cual es necesario capacitar a todo el personal. Todos los demás residuos deben ser retirados del bosque y reciclados según su origen. Hay que buscar los contactos y establecer los procedimientos para que la disposición de desechos sea una costumbre rutinaria y así evitar la acumulación de basura y el peligro de accidentes con objetos punzo-cortantes (ídem).

3. SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL SEGÚN EL NIVEL DE PLANIFICACIÓN.

Según Thomas et al (2004) los sistemas de aprovechamiento forestal según el nivel de planificación se dividen en convencionales y de impacto reducido. Las características de cada uno de ellos se describen a continuación.

3.1. APROVECHAMIENTO CONVENCIONAL.

Venegas y Louman (2011) mencionan que en el aprovechamiento forestal convencional no hay una planificación previa ni una ejecución organizada de las operaciones, los costos de producción son altos, hay una baja utilización del bosque y una gran cantidad de desperdicios o residuos. Veríssimo, et al. (1995) señalan que en algunos casos se extraen pocos árboles en parches locales, lo que provoca fuertes daños puntuales. Por ejemplo, la caoba en la Amazonía brasileña, lo que provoca fuertes daños en la degradación de la especie en número de individuos y calidad genética, pero afecta poco al bosque en general (por otro lado, se han reportado daños de hasta un 70% en los árboles remanentes provocados por la extracción de varias especies en Papúa-Nueva Guinea.

Los reportes sobre daños causados por la extracción no planificada varían mucho, por ejemplo, se mencionan cifras de 275m² de claro por árbol talado en Surinam (Henderson, 1990) y 243 m² en Paragominas, en Brasil (Jhons, et al 1996). El área afectada por la extracción convencional de 5.6 árboles/ha en Brasil es de 2276m²/ha, con 200 árboles dañados por hectárea (Jhons, et al 1996). Sin embargo, no solo importa la cantidad, sino también la calidad de los árboles afectados. Venegas y Louman (2011) mencionan que el aprovechamiento convencional afecta indiscriminadamente a individuos de especies comerciales y no comerciales y rara vez escoge como árboles portadores a los de mejor fuste y copa. En general puede afirmarse que la condición en que queda el bosque después del aprovechamiento convencional limita considerablemente las posibilidades de manejo del mismo.

Orozco, et al (2006) mencionan que las características más relevantes del aprovechamiento forestal en los bosques húmedos tropicales se encuentran las siguientes:

- **Carácter destructivo:** extracción convencional de unos pocos árboles trae como consecuencia la destrucción de gran parte del recurso, a la vez que pone en peligro el manejo futuro del bosque debido a su incapacidad de seguir produciendo cosechas

sostenibles. Esta situación se atribuye a la falta de planificación y control de las operaciones y escasa participación del Estado, ya que se establecen muchos requisitos para otorgar los permisos pero el control es casi nulo.

- **Alto porcentaje de cambio de uso de la tierra:** Un alto porcentaje de las operaciones se realizan en pequeñas propiedades y tienen como consecuencia final el cambio de uso de la tierra. Los bajos precios por la madera en pie, los trámites infinitos y el mal estado del bosque después de un aprovechamiento tradicional hacen que muchos propietarios decidan cambiar el uso de la tierra del bosque a agricultura o ganadería. Si bien el cambio de uso no está permitido sin previos estudios técnicos y aprobación del Estado, esto se viene realizando con absoluta impunidad en la mayoría de países. Aunque se trabaja con planes de manejo para autorizar el aprovechamiento y transporte de la madera, esto no garantiza la permanencia del bosque; tales planes de manejo son, entonces, simples requisitos legales para aprovechar “legalmente” la madera. El cambio de uso de los bosques puede considerarse una de las amenazas más serias para el manejo forestal sostenible.
- **Escasa integración bosque – industria:** En la mayoría de los casos, los bosques no son propiedad de la industria, por lo que depende de intermediarios para el abastecimiento de materia prima; la empresa compra la madera en pie cuando cuenta con su propio equipo de extracción para ejecutar las operaciones de aprovechamiento. Esto se traduce en un bajo interés por parte de los industriales en manejar los bosques, a pesar de que ellos van a ser los primeros afectados con la desaparición de los bosques.
- **Empleo de maquinaria obsoleta y subutilizada:** La mayoría de la maquinaria pesada que se utiliza en las operaciones de arrastre (Skidder o tractor de oruga) son equipos viejos y obsoletos, a veces con más de dos décadas de uso. Como consecuencia, la maquinaria es subutilizada debido a desperfectos mecánicos; si a esto sumamos la mala planificación del aprovechamiento, la situación se vuelve crítica. Por lo general, los madereros no invierten en la renovación de su parque automotor debido a las restricciones en las operaciones de extracción y los bajos márgenes de ganancia; se crea así un círculo vicioso de cada vez menos ganancias y menos opciones para invertir en el mejoramiento de la producción. Lo mismo ocurre

en la industria donde, con pocas excepciones, se trabaja con maquinaria y equipo viejo y obsoleto.

- **Baja utilización del potencial de bosque:** A pesar el gran número de especies forestales presentes en los bosques tropicales son relativamente pocas las especies que se aprovechan, por lo que la presión sobre las especies de mayor valor comercial es cada vez mayor.
- **Operación durante la época de menor precipitación:** Las operaciones de arrastre mecanizado se concentra en la “época seca” que es muy corta. Esto obliga a los madereros a tratar de sacar lo máximo posible en el menor tiempo; por ello, la extracción se concentra en los individuos más grandes y mejor formados de las especies más valiosas.
- **Desperdicio excesivo:** De la madera cortada se extraen solamente trozas de largos definidos, lo demás (puntas y ramas gruesas) se deja en el bosque pues el maderero prefiere utilizar el tiempo disponible en sacar árboles de mayores dimensiones que incrementa la producción diaria.
- **Malas condiciones de trabajo para los operarios:** La actividad de aprovechamiento forestal es una de las más peligrosas y peores remuneradas en los trópicos. Los motosierristas rara vez llevan el equipo mínimo de seguridad (cascos, botas con punta de acero, pantalones especiales para evitar cortes, cuñas, etc.). La mayoría de los campamentos de extracción no cuentan ni siquiera con letrinas, ni camas, y la comida deja mucho que desear.

3.2. APROVECHAMIENTO DE IMPACTO REDUCIDO.

Dysktra (2001) señala que el término aprovechamiento de impacto reducido (AIR), también conocido como “aprovechamiento de bajo impacto” o “aprovechamiento mejorado”, apareció por primera vez en las publicaciones forestales a principios de los 80. Desde entonces, el AIR ha constituido un paso lógico hacia la sostenibilidad y que ha sido apoyado en varios países (Fredericksen, T; 2000). Venegas y Louman (2011) mencionan que el AIR consiste en aplicar prácticas que reduzcan los daños directos ocasionados por la tala y extracción de madera, dentro de un marco de planificación de la tierra a largo plazo. Orozco, et al (2006) expresan que el AIR implica pequeños cambios en relación al aprovechamiento

convencional, pero con grandes repercusiones en cuanto a la disminución el impacto negativo al bosque remanente. Asimismo, Hendrison (1990) indica que diversos estudios han demostrado que una buena planificación puede reducir los costos de aprovechamiento.

Según Bruenig (1996), el AIR contribuye a un buen manejo del bosque si cumple con los siguientes requisitos: 1) la vegetación remanente y el suelo puede cumplir sus funciones ecológicas y productivas; 2) mantiene los árboles en la fase de mejor desarrollo (clases diamétricas medianas), 3) contempla el cierre y protección de las áreas de corta inmediatamente después del aprovechamiento, para evitar el abuso y la conversión de otros abusos de la tierra, 4) es aceptable desde el punto de vista social en el ámbito nacional y local. Estos requisitos implican una mayor planificación de las actividades, por ello, Machfudh et al. (2001) y Dykstra (2001) mencionan que se debe tomar los siguientes aspectos:

- Elaboración de mapas para ubicar los árboles que se van a extraer, las principales características del terreno y las áreas de protección.
- Planificación y construcción adecuada de caminos, pistas de arrastre y ubicación de patios de montaña.
- Corte de lianas y bejucos cuando se considere que su presencia puede incrementar los daños durante la extracción.
- Empleo de técnicas de tala dirigida y correcto troceo de los fustes.
- Arrastre de las trozas desde las pistas, tratando de reducir la presencia del tractor en el bosque.
- Protección de la capa vegetal y de los cursos de agua mediante la reducción del uso de la pala del tractor, el establecimiento de drenajes transversales en la red vial y zonas de amortiguamiento cerca de los cursos de agua y la detención de las operaciones cuando llueve.

Según Venegas y Louman (2011), la razón principal por la que no se aplican los métodos de AIR es porque restringe el volumen aprovechable en áreas con fuertes pendientes o suelos anegados. Pero por lo general, este costo recae sobre los operadores y las empresas procesadoras y se compensa con los beneficios ecológicos y la reducción de los costos de

mantenimiento y recuperación del bosque y de los caminos para el propietario y para la sociedad. Asimismo, se piensa que el AIR es más costoso que el aprovechamiento convencional; ante ello, Bull, et al (2001) analizaron 266 publicaciones que tratan sobre AIR y llegaron a las siguientes conclusiones:

- El AIR es más costoso que el aprovechamiento tradicional si solamente se consideran los costos operativos y una perspectiva a corto plazo.
- El AIR tiene un menor efecto sobre el bosque remanente y resulta en una menor apertura del dosel. Esto mejora la regeneración y, en algunos casos, permite acortar el ciclo de corta o aumentar el aprovechamiento volumétrico en la segunda cosecha.
- El AIR aumenta el volumen de madera por árbol aprovechado, reduce el porcentaje de trozas perdidas y aumenta la productividad y los ingresos

Putz, et al (2000) mencionan que otra razón importante para no utilizar las prácticas mejoradas es que muchos operarios forestales piensan que el aprovechamiento convencional no tiene nada de malo y creen que el AIR requiere de equipo especial o reduce las ganancias. De la misma forma, Venegas y Louman (2011) afirman que muchas personas involucradas en las labores de aprovechamiento forestal creen que la protección ambiental solo se puede alcanzar mediante costosas medidas que reducen la rentabilidad; sin embargo, la experiencia indica que con una programación cuidadosa de las operaciones, los impactos ambientales y los costos se reducen al mínimo y los beneficios netos aumentan sustancialmente.

3.2.1. PLANIFICACIÓN DE APROVECHAMIENTO

Orozco, et al; (2006) mencionan que la planificación y control de la producción en el aprovechamiento de bosques tropicales permite determinar con anticipación los objetivos por cumplir y los mecanismos y acciones que se deben realizar para alcanzarlos de la mejor forma posible y con un uso óptimo de los recursos disponibles. En algunos casos, estos recursos pueden ser la mano de obra; en otros, el capital para inversiones o la tierra.

La planificación permite poner de manera transparente y detallada la operación que se va a ejecutar para lograr la mejor distribución y uso de los recursos, y así alcanzar los objetivos establecidos. Como beneficios, se debe llegar a un costo operativo y un impacto ambiental más bajos que los del aprovechamiento tradicional. Quevedo (1997) demostró que con sólo

mejorar la planificación del aprovechamiento en el oriente de Bolivia, se multiplicaron las ganancias y se redujo el área de caminos por hectárea, en relación con una operación convencional.

La planificación del aprovechamiento incluye dos niveles, y en cada nivel hay varios pasos para asegurar que la planificación se realice en forma estructurada y completa. En el primer nivel, la planificación del aprovechamiento forma parte integral de la planificación a largo plazo, y los pasos son los siguientes: Definición de los objetivos de la organización; establecimiento de base de datos para toda la unidad de manejo (ambiental, social y económico); identificación de alternativas (y necesidad de recursos para cada sistema de aprovechamiento); identificación de limitaciones (disponibilidad de recursos); selección de alternativas (compatibilidad entre recursos disponibles y necesidades del sistema de aprovechamiento); formulación de planes subsidiarios (plan quinquenal de aprovechamiento y posiblemente un plan de capacitación).

Los pasos del segundo nivel son básicamente los mismos, pero su ámbito y escala difieren: definición de las metas anuales dentro del marco de los objetivos del plan general de manejo; establecimiento de la base de datos (inventario detallado de árboles comerciales, descripción detallada del sitio, incluyendo topografía y cursos hídricos, recursos humanos y equipo propio disponible, demanda por bienes y servicios para el periodo de planificación); identificación de métodos alternativos para ejecutar el sistema de aprovechamiento propuesto y la descripción detallada de las actividades que se van a realizar, con responsabilidades, cronograma, necesidades de recursos, y productos esperados.

3.2.2. CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

Orozco, et al (2006) señalan que el AIR requiere pequeños cambios en relación con el aprovechamiento tradicional. Esto en parte se consigue con capacitación para obtener mayores conocimientos y habilidad para ejecutar mejor el trabajo. Para cada operación debería exigirse un nivel mínimo de capacitación; de hecho, cada operación debería incorporar en su estrategia un plan especial de capacitación del personal involucrado.

La capacitación debe estar dirigida a mejorar la ejecución técnica de las tareas, aplicando nuevas tecnologías o la ya existente de una mejor forma; debe resaltarse la importancia de cada actividad dentro del marco general: por ejemplo, los impactos de una tarea específica en el medio ambiente. La capacitación es esencial para obtener un mayor nivel de seguridad

en las operaciones. Con el avance de la tecnología y la sofisticación de los equipos, el riesgo de accidentes aumenta por el uso inadecuado de los mismos (ídem).

3.2.3. CONTROL Y MONITOREO

Es necesario monitorear las operaciones para corregir errores antes y durante la ejecución. En muchas oportunidades se ha encontrado que el personal capacitado no ejecuta adecuadamente las operaciones; esto es posible detectarlo con un programa de monitoreo continuo. En principio, se deben monitorear los desperdicios en cada una de las etapas del aprovechamiento, los daños producidos y todo lo relacionado con los rendimientos y costos (Orozco, et al; 2007).

Un aprovechamiento que tienda a reducir el impacto debe incluir, entre otras cosas, una buena planificación de las operaciones, un programa de capacitación del personal y un sistema de monitoreo y control efectivo de todas las actividades (ídem).

4. IMPACTOS DEL APROVECHAMIENTO DE IMPACTO REDUCIDO

Lozada y Arends (1998) hicieron un estudio donde señalan que los efectos del aprovechamiento forestal al medio ambiente son los siguientes:

a) Efectos sobre la calidad del aire y ruido

El transporte de madera genera altos niveles de polvo en las vías cercanas a las unidades de manejo; esto afecta a las comunidades adyacentes a estas vías y puede ser motivo de enfermedades respiratorias. El humo y el ruido producido por la maquinaria pesada y motosierras afecta a sus operadores.

b) Efectos sobre el microclima

Dam (2001) menciona que los cambios en el microclima pueden afectar la capacidad de regeneración del bosque. El microclima en el bosque está regulado por la radiación solar, la cual influye en la temperatura del suelo y del aire y en la humedad del aire. Los cambios en el microclima ocurren por la disminución de cobertura vegetal asociada a la tumba y deforestaciones (efecto de claro o “gap”). Denslow (1980) señala que, para estudios realizados en Surinam, en un claro la luz aumenta más de 60 veces con respecto al sotobosque, la temperatura máxima del suelo aumenta más de 60°C y la humedad relativa en época seca se reduce a casi la mitad, lo que puede tener efectos negativos sobre las

micorrizas, microflora y microfauna del suelo, insectos y regeneración de especies arbóreas. Asimismo, En Guyana, la creación de claros afectaba estas condiciones a partir de 10 m de los bordes del claro, por lo que la temperatura aumenta y se reduce la humedad (Dam 2001). Orozco, et al (2006) afirma que este efecto entonces depende del tamaño del claro, pero también de su forma, ya que un claro irregular o rectangular tiene mayor borde que un claro regular de la misma superficie. Y, como consecuencia, una mayor parte del claro se encuentra dentro de la distancia de 10 m del borde. La radiación solar que llega hasta el suelo disminuye al ir creciendo la vegetación en el claro y, con el tiempo, el bosque recupera el microclima anterior.

c) Efectos sobre la cantidad y calidad del agua

Lozada y Arends (2006) mencionan que el efecto inmediato de eliminar el bosque normalmente es una reducción en evapotranspiración y un aumento en el porcentaje de la lluvia que llega directamente al suelo, lo que podría afectar la disponibilidad de agua. Si el cambio de uso no afecta la tasa de infiltración del suelo, habría una mayor disponibilidad de agua en el suelo, lo que podría aumentar el flujo base de los ríos durante los periodos de lluvia, con flujos picos de hasta 50% mayor que el normal durante o después de tormentas tropicales. No obstante, la diferencia relativa entre flujos picos de eventos extremos en cuencas forestadas y no forestadas es muy pequeña, ya que una vez que el suelo queda saturado toda el agua escurre, sin importar el uso actual del suelo (Kaimowitz 2001).

Stadtmüller (1994). La calidad del agua es determinada por sus características físicas (turbidez, sedimentación), químicas (contenido de minerales y contaminantes químicos) y biológicas (contenido de organismos infecciosos, respiración de organismos). Asimismo, la calidad puede ser afectada por erosión (escorrentía), tipo de uso del suelo (contaminación) y sitio de donde viene el agua (organismos). La infiltración de la precipitación y el consecuente flujo de agua en el subsuelo son muy importantes para la calidad de agua porque, por un lado evitan la escorrentía, y por otro lado, evitan el contacto con otros organismos ya que el suelo actúa como filtro para retener organismos posibles contaminantes o exceso de minerales en el agua. Lozada y Arends (1998) señalan que todas las maquinarias necesitan cambios de lubricantes, reposición de combustibles y ocasionalmente lavados que se hacen con detergente y kerosene; en muchas oportunidades estas operaciones se hacen en montaña y generan residuos que contaminan las aguas.

d) Efectos sobre los Suelos

La construcción de vías y otras infraestructuras puede generar procesos erosivos no controlados correctamente. Enright (1978) indica que en bosques de Araucaria en Papuasia, Nueva Guinea, existen pérdidas apreciables de nitrógeno, carbono orgánico, calcio y potasio; los dos últimos tardan más de dos años en recuperar los niveles precedentes y puede afectar el establecimiento de regeneración de especies deseables. Hernández et al., (1994) sugieren que en la Guayana Venezolana esta pérdida puede ser mayor al 5% (reportado en Indonesia) porque se está aplicando una mayor intensidad de aprovechamiento. Gayoso e Iroumé (1991) estudiaron el efecto producido por un arrastrador CAT-518 de 10,25 ton (muy usado en Venezuela) y determinaron que, con un 10% de pendiente, la compactación aumenta de 0,61 a 0,88 mg/cm³ y la porosidad baja de 75 a 65%; con 20% de pendiente, la compactación aumenta de 0,61 a 0,97 mg/cm³ y la porosidad baja de 75 a 62%. Una compactación superior a 1 mg/cm³ puede producir una pérdida de crecimiento en altura de 30%, baja productividad del sitio y reducción del valor de la cosecha futura; las razones pueden ser bajos niveles de aireación, de la tasa de infiltración y del agua disponible.

Lozada y Arends (2006) mencionan que aparte de los efectos sobre el suelo, el aprovechamiento también puede afectar la presencia de nutrientes, sea por el aumento en el lavado o por su pérdida al eliminarse la vegetación, o por efectos sobre las tasas de descomposición y mineralización. Para entender estos efectos se debe tener un conocimiento básico sobre el ciclo de nutrientes en el sitio.

e) Efectos sobre la vegetación

La dinámica de claros indica que la caída de un árbol produce cambios en el microambiente (luz, temperatura, humedad, nutrientes) que activan el desarrollo de una cohorte de plántulas y árboles preexistentes que estaban suprimidos. Sin embargo, con la tumba comercial este efecto se magnifica. Los claros pequeños se recuperan principalmente con individuos del banco de plántulas; pero en los claros grandes se puede producir “shock de insolación” y estas plántulas mueren, por lo que la recuperación es principalmente proveniente del banco y lluvia de semillas. La consecuencia de este proceso (“cicatrización”) es un cambio de composición florística inconveniente para el objetivo de producción de especies valiosas, las cuales muchas veces se presentan en “manchas”.

El efecto de la apertura se combina con daños directos a la regeneración, masa remanente y árboles semilleros, todos los cuales están directamente relacionados con el volumen aprovechado por hectárea y la densidad de vías (Uhl *et al.*, 1991). Trabajando en Borneo, Nicholson (1958) encontró que 45% de los árboles remanentes sufrieron daños de consideración por efecto de la corta. Asimismo, se determinó que en una explotación en la Región de Pará en Brasil resultan destruidos o dañados un 26% de los individuos remanentes de una extracción de 4 a 8 arb/ha. De acuerdo a un Proyecto de Investigación que se ha desarrollado en la Reserva Forestal de Caparo desde 1987, en donde se realizaron aprovechamientos por encima de 20 cm DAP, 40 cm DAP y 60 cm DAP, Arends (1994) indica que “...en el tratamiento de menor intensidad, la reducción en el número de árboles y área basal fue de 20% y 13% respectivamente... En promedio los árboles remanentes dañados en la copa y/o en el fuste pueden alcanzar hasta 53% (128 ind/ha), presentando daños severos del 31%...” En las “manchas” se presenta una muy alta concentración de la explotación (hasta 20 m³/ha) y con ello los daños se ven intensificados. Por otra parte, se prevé una “erosión genética” del bosque como consecuencia de extraer individuos de buena forma y vigorosos. Por otra parte, se prevé una “erosión genética” del bosque como consecuencia de extraer individuos de buena forma y vigorosos. Al quedar en pie individuos defectuosos, éstos se cruzan y existen grandes probabilidades de obtener una regeneración igualmente deficiente.

Orozco, et al (2006) mencionan que hay que tener presente que la magnitud de los daños causados por un aprovechamiento mejorado tiene que ver con el tipo de bosque y el volumen a extraer, lo cual hace aún más difícil su comparación en regiones geográficas distintas. Así tenemos que, mientras que en Asia se extraen más de 100 m³/ha (Putz et al. 2000), en Paragominas (Brasil) no pasan de 30 m³/ha, 15 m³/ha en la zona norte de Costa Rica y apenas 5 m³/ha en los bosques de Guyana. No obstante, en casos comparables, el AIR causa daños menores en número de árboles remanentes dañados, en tamaño de claros individuales y/o en área bajo caminos. Sólo en el área total de claros creados por la tala, el aprovechamiento convencional puede tener un mejor desempeño, como en los casos de Guayana y Nicaragua. Esto se debe principalmente a que en el aprovechamiento convencional, los claros son formados por varios árboles mientras que el AIR busca una mejor distribución de los árboles a talar y una reducción del número de árboles a talar por claro.

Thomas et al (2004) menciona que en general, para el caso del aprovechamiento convencional los equipos pesados dañan el 10% del terreno, contra aproximadamente el 5% que ocasiona el aprovechamiento de impacto reducido. Asimismo menciona que cada actividad genera una pérdida de cobertura distinta según el método de aprovechamiento empleado. Dichas intensidades son detalladas en la siguiente tabla.

Tabla 1. Pérdida de cobertura ocasionada por cada actividad según el tipo de aprovechamiento.

| Atividade | Exp. convencional | | Exp. de impacto reduzido | |
|----------------------|-------------------------|--------------|--------------------------|-------------|
| | m ² / árvore | ha / 100 ha | m ² / árvore | ha / 100 ha |
| Estradas Secundárias | 34 | 1,35 | 20 | 0,65 |
| Pátios | 26 | 1,05 | 19 | 0,63 |
| Trilhas de arraste | 193 | 7,66 | 120 | 3,90 |
| TOTAL | 253 | 10,05 | 159 | 5,18 |

* Foram extraídas 397 árvores na EC e 328 na EIR.

Fuente: Tomado de Thomas et al (2004)

f) Efectos sobre la fauna

Contreras, et al (2001) mencionan que los efectos del aprovechamiento maderero sobre la fauna se debe a la existencia de factores que condicionan la sensibilidad de las comunidades faunísticas a la intervención y que determinan las posibilidades de repoblación del área: una menor oferta de recursos alimentarios, consecuencia de la eliminación directa o indirecta de algunas especies vegetales o la modificación de los patrones fenológicos y de productividad con predominio de las fases de desarrollo vegetativo y, por ende, con un mayor aporte de recursos para especies folívoras; una disminución drástica en la disponibilidad de refugios potenciales para la fauna, principalmente la asociada con los niveles medios y altos de la vegetación; la interrupción o eliminación de los estratos superiores de movilidad; y la aparición de barreras ecofisiológicas para algunos animales altamente sensibles a los cambios microambientales. Puede decirse que la integración de estos factores genera una especie de “sucesión secundaria” faunística, donde las comunidades aptas para colonizar y

sobrevivir en bosques aprovechados a menudo reemplazan a otras que requieren hábitats forestales con mínima perturbación.

g) Efectos socio – económicos

Las diferentes actividades del manejo forestal constituyen una importante fuente de empleo en zonas rurales que normalmente tienen como única alternativa de trabajo la actividad agropecuaria. Sin embargo existen algunos problemas que el manejo forestal no ha resuelto y que pueden constituir aspectos negativos para su viabilidad: Debido a la alta especialización del obrero, la mayor parte de la mano de obra empleada para el manejo forestal es temporal; cada uno de ellos sólo conoce una pequeña parte del trabajo y desconoce el resto, entonces puede trabajar sólo por épocas. Por otro lado, la mayoría de los trabajos forestales implica una alta probabilidad de accidentes y enfermedades tropicales. La ergonomía y seguridad industrial son ciencias desconocidas en la mayor parte del aprovechamiento forestal y se emplean máquinas sin la protección suficiente (Contreras, et al; 2001).

h) Afeción de árboles de regeneración natural

Ochoa (1998) señala que las actividades extractivas implícitas en la modalidad de aprovechamiento selectivo generan una serie de efectos colaterales sobre la fracción del estrato arbóreo que conforma el potencial de regeneración del bosque. Por otra parte, las deforestaciones asociadas con la construcción de infraestructuras constituyen un factor adicional que incrementa aún más los daños causados a la masa forestal.

5. METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS DEL APROVECHAMIENTO DE IMPACTO REDUCIDO

Contreras, et al (2001) señalan que toda actividad de aprovechamiento forestal causará, irremediablemente, algún nivel de daño ya sea a la masa remanente, al suelo y/o las fuentes de agua. No obstante, estos daños pueden minimizarse con una buena planificación de las operaciones de aprovechamiento, incluyendo la construcción de caminos y pistas de arrastre, la corta y el arrastre.

Los mismos autores mencionan que existen diferentes metodologías para la evaluación de los efectos del aprovechamiento. Señalan también que estas metodologías deberían implementarse al concluirse la época de zafra o según vayan avanzando las operaciones.

Cuando se trabaje en áreas grandes (por ejemplo áreas de aprovechamiento mayores a 1000 ha), la evaluación se debería hacer en áreas de entre 50 y 100 ha. Sin embargo, no es necesario hacer la evaluación sobre toda la superficie aprovechada y la intensidad de muestreo se puede ajustar conforme se van obteniendo los primeros resultados, de acuerdo a la variabilidad que muestran los mismos. Igualmente, la evaluación puede concentrarse en algunos de los parámetros y no incluir todos; por ejemplo, puede que inicialmente sólo se evalúen las pistas y los caminos construidos.

Los principales efectos se dan por la apertura de claros, ante ello, Scott y Fredericksen (2000) proponen una metodología para la evaluación de los daños y disturbios causados por el aprovechamiento forestal. Esta metodología consiste en cuantificar el grado del daño a través de lo siguiente:

- *Superficie alterada*: se estima mediante la suma de las superficies afectadas por caminos madereros, pistas de arrastre, patios de acopio y zonas para maniobras de los tractores Skidders en los claros de corta. Las áreas ocupadas por caminos se estiman a partir del largo y el ancho de los dos tipos de caminos. Para ello, se mide el largo total de ambos tipos de camino. El ancho de los caminos primarios se debe medir cada 10 m en sectores, sistemáticamente ubicados, de 100 m de largo. Se deben registrar tres medidas de ancho: 1) ancho de la plataforma del camino, es decir la superficie sobre la que se desplazan los camiones, 2) ancho de la berma, es decir el área adyacente a la plataforma que fue desmontada con tractor para aumentar la visibilidad e iluminación y 3) el ancho del área que contenía desechos de la construcción de caminos.
- *Ancho de las pistas de arrastre*: Se hacen estimaciones del ancho de las pistas primarias cada 10 m, a lo largo de sectores de 100 m de largo. El ancho de las pistas secundarias se registra, con intervalos de 5 m, a lo largo de sectores de 50 m de largo. Para las pistas primarias y secundarias, se debe reportar dos medidas del ancho: el ancho entre el margen externo de las huellas de las ruedas y el ancho máximo de la alteración del suelo.
- *Daños al bosque residual*: El daño al bosque residual a lo largo de los caminos madereros y las pistas de arrastre se evalúa en las mismas ubicaciones que las mediciones del ancho de éstos. Se debe registrar la ubicación (distancia desde el

disturbio), el dap (en las clases de tamaño de 10 cm) y el tipo de daño de todos los árboles con dap mayor a 10 cm que se encuentran a menos de 3 m de la berma o el margen de las pistas de arrastre. El tipo de daño se registra de acuerdo a la ubicación y seriedad de las lesiones.

6. MEDIDAS PARA LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO

Orozco, et al (2006) mencionan que de las actividades de aprovechamiento mencionadas, las dos que presentan mayores impactos son la creación de claros por la tala y por la construcción de la red vial y la compactación de los suelos por el arrastre con maquinaria pesada. Estas actividades, mal planificadas y ejecutadas, pueden causar efectos negativos severos y de largo plazo. Sin embargo, se ha demostrado que el uso de técnicas de aprovechamiento de impacto reducido puede disminuir los efectos hasta niveles de recuperación en un tiempo razonable (10 a 15 años para ciclos de nutrientes, suelos y funciones ecológicas en claros), dependiendo de lo que se hace en el bosque después del aprovechamiento.

Previo a mencionar las actividades de mitigación, es importante entender sobre la resiliencia y resistencia del bosque. Thompson (2011) señala que una característica importante de los bosques es la resiliencia, o la capacidad del bosque de recuperarse tras fenómenos de perturbación importantes. Bajo la mayor parte de los regímenes de perturbación natural, los bosques consiguen mantener su resiliencia en el tiempo. La resiliencia forestal es una propiedad ecosistémica emergente que deriva de la biodiversidad en múltiples escalas, y comprende desde la diversidad genética hasta la diversidad paisajística (Thompson et al, 2009). Para mantener la producción de los bienes y servicios que el ser humano obtiene de los bosques, los ecosistemas forestales deben poder reestablecerse tras los episodios de perturbación y no sufrir degradación en el tiempo (Thompson, 2011).

Relacionado con el concepto de resiliencia está el concepto de *resistencia*, que es la capacidad del bosque de resistir a alteraciones de menor envergadura a lo largo del tiempo, tales como la muerte de algunos árboles o un nivel crónico de herbivoría provocada por insectos. Los bosques son por lo general conjuntos estables que cambian poco en el tiempo cuando son afectados por perturbaciones no catastróficas. Los cambios de leve importancia son alteraciones susceptibles de mitigación, como los vacíos en el dosel (que se crean por la muerte de algunos árboles o grupo de árboles), los cuales terminan colmándose rápidamente

por la muerte de algunos individuos jóvenes (Thompson, 2011). Por lo general, la mayor parte de los bosques naturales, especialmente los bosques primarios viejos, son tanto resilientes como resistentes a diversos tipos de cambios (Folke, et al; 2004)

Sim embargo, los bosques no siempre suele recuperarse tras los episodios de perturbación grave y prolongada. Existen umbrales de recuperación para las poblaciones de las distintas especies y para los procesos que tienen lugar dentro de los ecosistemas, y en último término para los propios ecosistemas. El punto en el cual el ecosistema pierde su capacidad de recuperación o su resiliencia e integridad se denomina *punto de inflexión o umbral ecológico*. Si la perturbación es demasiado intensa, ésta a origen a una cascada de efectos que generan cambios marcados en el ecosistema forestal, los cuales determinan finalmente el paso del bosque a un nuevo estado. A los puntos de inflexión se puede llegar rápidamente o de resultas de un cambio crónico que consume la capacidad de recuperación del ecosistema, como sucede cuando las especies se agotan gradualmente (Arroyo-Rodríguez, et al; 2006).

Thompson (2011) menciona que para evitar los puntos de inflexión es importante ordenar el bosque. La ordenación forestal sostenible consiste en una ordenación ecosistémica, la cual en buena parte tiene por objetivo subyacente la continuidad de la resiliencia natural. Una de las funciones esenciales del gestor forestal es ayudar al bosque a recuperarse tras la extracción de la madera u otros productos gracias al mantenimiento las propiedades del ecosistema en el tiempo. En los últimos años, esta tarea se ha complicado a causa de los factores de estrés adicionales que el cambio climático ejerce en los ecosistemas terrestres. Si bien una adecuada ordenación forestal sostenible, biológicamente racional, es un elemento fundamental del mantenimiento de la resiliencia, la respuesta al cambio climático requiere la realización de planes e intervenciones suplementarios. Si logramos un mejor entendimiento de los ecosistemas y sabemos predecir con exactitud en qué nivel del aprovechamiento se tocan los umbrales de inflexión, la gestión de los bienes y servicios forestales podría ser de índole más benigna.

Orozco, et al (2006) mencionan que para reducir los impactos, algunas de las acciones más importantes que se deben realizar antes, durante y después del aprovechamiento son las siguientes:

1) *Mitigación de impacto en los claros:*

Orozco, et al (2006) recomiendan mantener el tamaño de los claros dentro de límites aceptables. Hay pocos estudios sobre el tamaño óptimo de los claros y su límite aceptable, pero lo que sí se sabe es que el tamaño varía con el sitio. Los estudios del programa TROPENBOS en Guyana indican que aparte del tamaño, también la forma es importante (Dam, 2001). Por ello, se recomiendan crear claros con un tamaño máximo de 400 m² para evitar cambios en las características del microclima y de los ciclos de nutrientes y agua, aunque la regeneración se ve afectada a partir de 800 m², principalmente por la mayor proporción de especies pioneras (Rose, 2000). Tan importante como el tamaño es el radio de apertura: a partir de 10 m desde el borde comienzan los efectos negativos sobre el ambiente. Entonces, puede ser más importante no aumentar el ancho del claro a más de 20 m, que reducir el tamaño total a menos de 400 m².

2) *Mitigación en la red vial*

La reducción de áreas bajo caminos es la más beneficiosa de las medidas de mitigación de impactos. En el diseño de la red vial es importante tomar en cuenta no sólo los caminos y vías de extracción para la cosecha actual, sino también garantizar que las vías principales sirvan para próximas cosechas. El drenaje de los caminos y vías debe cuidarse durante y después del aprovechamiento; se debe tratar de reducir el paso de maquinaria sobre las vías de arrastre hacia los tocones para reducir la compactación del suelo.

3) *Mitigación en el arrastre*

La compactación del suelo causada por la extracción y arrastre es un impacto serio que debe mantenerse bajo control. Por ello, Orozco, et al (1986) resaltan la importancia de la selección del equipo de arrastre, ya que puede ayudar a reducir los impactos sobre el ambiente. Los tractores de oruga causan menos compactación que los tractores de ruedas, aunque es posible conseguir llantas especiales o utilizar llantas menos infladas para reducir el peso por centímetro cuadrado de contacto con el suelo.

4) *Protección del recurso hídrico*

Es importante mantener una franja de bosque no intervenido alrededor de los cuerpos de agua. Esta franja de protección permite la infiltración de la escorrentía antes de llegar al curso, aumenta la evapotranspiración y reduce la cantidad de sedimentos, nutrientes y otros contaminantes que podrían llegar al río o quebrada. El tamaño óptimo de esta franja

aún no está claramente establecido, pero depende de la pendiente, el tipo de suelo y de vegetación y puede variar de 10 a 50 m (Stadtmüller 1994). Desarrollo del tema

7. MATERIALES Y EQUIPOS.

Para realizar el siguiente trabajo se emplearon los siguientes materiales y equipos:

- GPS Garmin 60CSX
- Laptop
- Licencia para uso de ARCGIS 10.1
- Licencia para uso de Microsoft office 2013
- Libreta de campo
- Hojas Bond
- Lápiz
- Lapicero
- Plumón indeleble puna fina
- Formatos de campo para evaluación de claros
- Cinta métrica de 50 mts
- Wincha metálica de 5 mts
- Estacas de Madera
- Machetes
- Casco de seguridad
- Chaleco reflectivo
- Zapatos de seguridad

8. ÁREA DE ESTUDIO.

Presente estudio se realizó en la PCA 06 de la empresa forestal CFA S.A.C, ubicada en la cuenca del Cohengua del distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, departamento de Ucayali y conformada por cuatro concesiones forestales (SAFI Perú, Shihuahuaco S.A.C., Partes y Piezas S.A.C. y Aserradero Anaconda S.A.C.) trabajadas bajo un solo Plan General de Manejo Forestal (PGMF), abarcando una superficie total de 180,471. 00 hectáreas.

Las parcelas de corta anual (PCA) anteriores y la PCA actual (PCA 06) está conformado por dos tipos de bosque de terraza alta bosque de colina baja. El PCA 06 está conformado por bosque de terraza alta (98.26%) y bosque de colina baja (1.74%). A continuación en la Figura 01 se puede observar la concesión y la ubicación del PCA 06 la misma que tiene las siguientes coordenadas UTM.

Tabla 2: Coordenadas UTM del área evaluada.

| | | |
|-----|--------|---------|
| V01 | 656770 | 8841519 |
| V02 | 656770 | 8831634 |
| V03 | 650928 | 8832726 |
| V04 | 650929 | 8841519 |

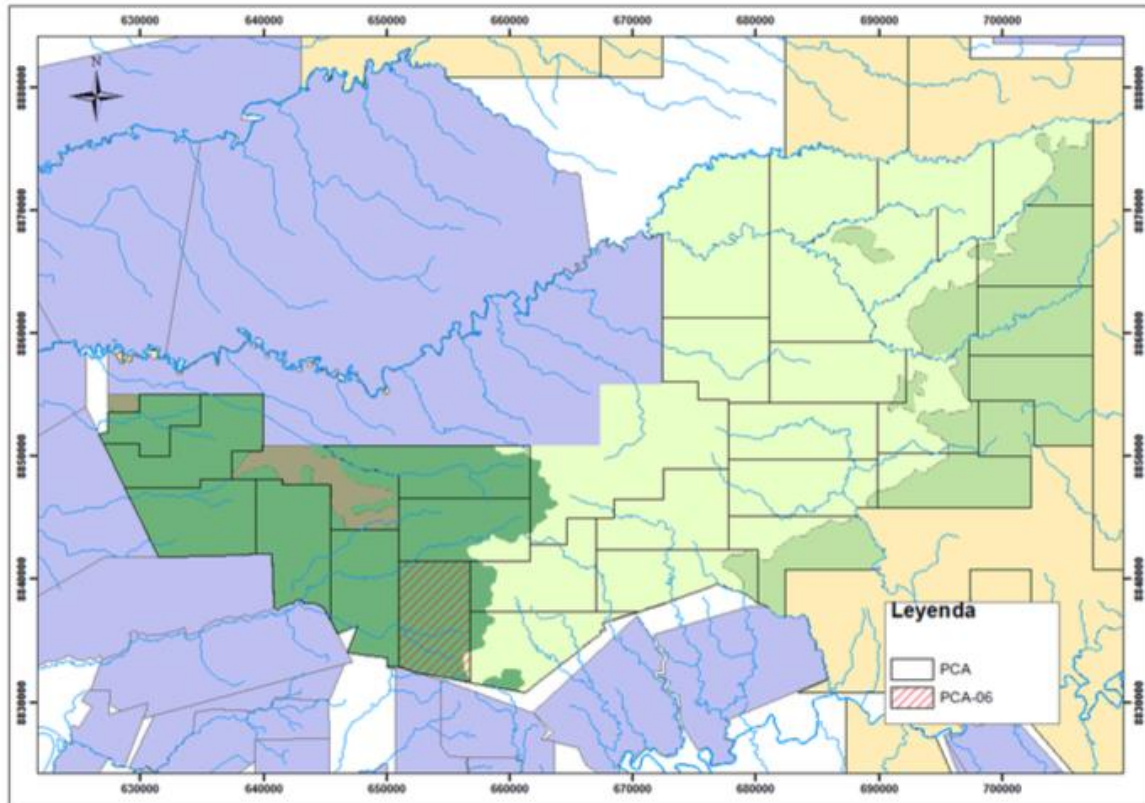


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

9. METODOLOGÍA.

La evaluación de pérdida de cobertura es una medida tomada como parte del monitoreo ambiental del impacto potencial sobre la vegetación. Como producto de las operaciones de aprovechamiento, la metodología empleada para dicha evaluación consta básicamente en la cuantificación del área desboscada a causa de cada una de las operaciones realizadas para el aprovechamiento de productos maderables. La metodología empleada para la determinación de dichas áreas en cada una de las actividades se detalla a continuación.

9.1. MEDICIÓN DE CLAROS EN LAS OPERACIONES DE CORTA

La medición de claros se basa en la toma de medidas de la huella dejada por el árbol al momento de caer sobre la vegetación aledaña para el cálculo del área afectada. Esta área es de carácter irregular, ya que copia la forma, caída y movimiento del árbol, por lo que, para calcularla, se trabaja en base a áreas parciales, es decir, se divide el área total en pequeñas

áreas de forma geométrica conocida. Debido a la forma natural general de todos los árboles, la figura geométrica utilizada para este cálculo es principalmente el trapecio.

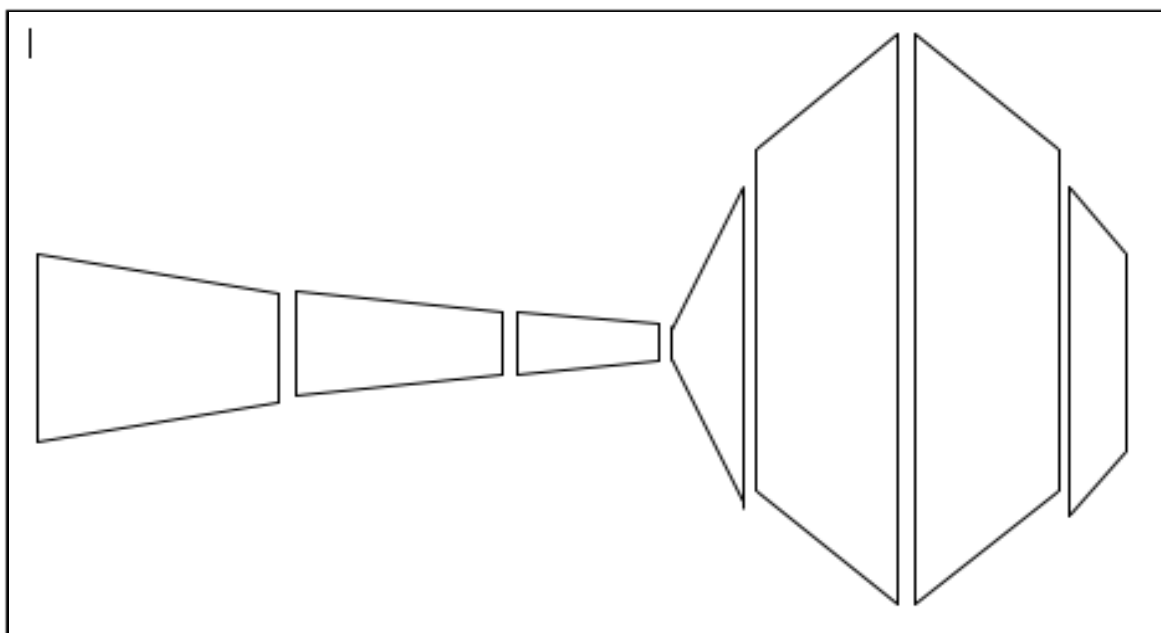


Figura 2. Diagrama para evaluación de claros en las operaciones de corta.

Fuente: Elaborado en base a Contreras *et al* 2001

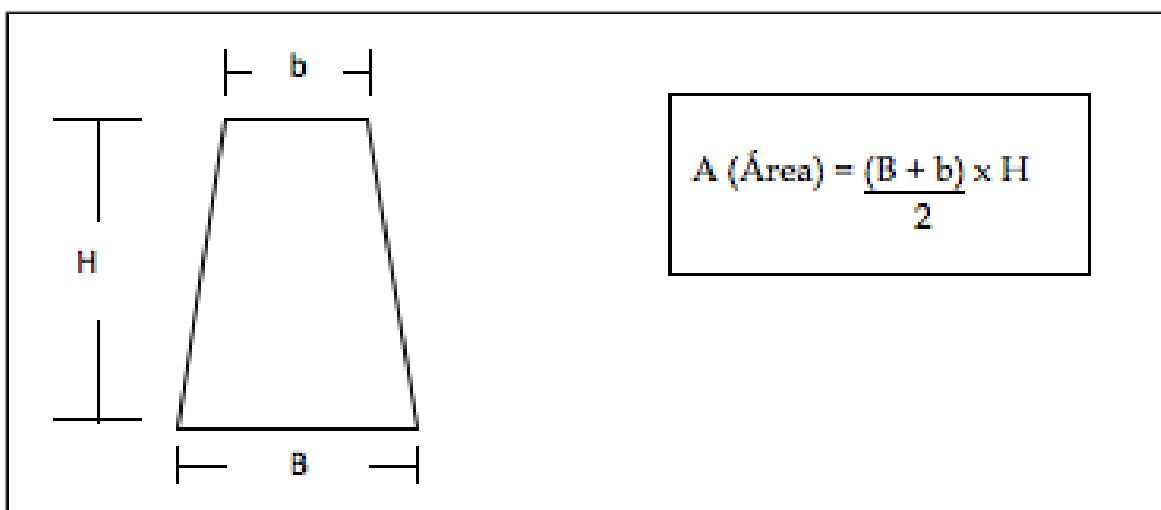


Figura 3. Cálculo del área de los trapecios.

Fuente: Elaborado en base a Contreras *et al* 2001

Como se observa en la figura 02, la huella que deja el árbol al ser tumbado se mide a través de las áreas parciales de figuras geométricas conocidas. Estas figuras son principalmente trapecios (figura 3), que se caracterizan por estar unidas a partir de 2 anchos distintos (“b y B”) y una altura fija (“H”). El área de cada trapecio resulta de multiplicar el promedio de sus anchos por la altura.

En el campo, la medición de claros consiste en proyectar los trapecios que van abarcando el área total generada. Hecho esto, medimos el ancho mayor, el ancho menor y la altura de cada uno de ellos, con una cinta métrica, para luego calcular el área total a partir de la suma de las áreas de los trapecios (Figura 04).

Entre cada trapecio proyectado existen coincidencias, ya que comparten un ancho, por lo que no se debe repetir estas medidas (Figura 04). Es de suma importancia identificar con precisión el punto inicial y final de cada una de las medidas, ya que el punto final de la altura de un trapecio se convierte en el inicial de la altura del siguiente.

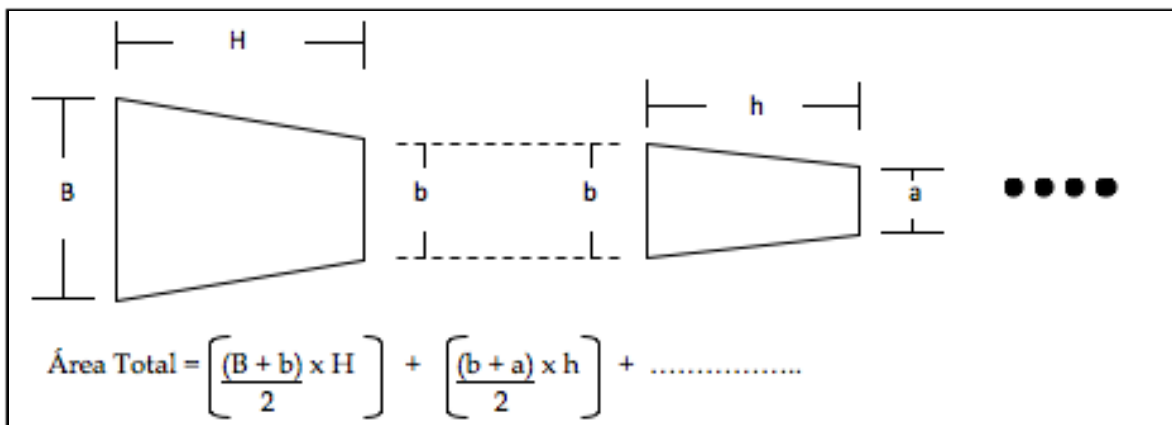


Figura 4. Cálculo del área de claros ocasionados por las operaciones de corta a partir de la suma de áreas parciales.

Fuente: Elaborado en base a Contreras *et al* 2001

La toma y registro de datos en campo se realiza llenando el “formato de evaluación de claros” (ver anexo 1). En él, se registra el bloque y línea donde se ubica el árbol, el número correlativo y la especie del árbol, el nombre del evaluador, la fecha, la altura del tocón, la altura de la bisagra, el número correlativo de la sección o número de trapecio, la longitud, el ancho mayor y el menor. A partir de la sección 2, el ancho menor del primer trapecio se repite como el mayor del segundo, por lo que este no se vuelve a medir, y solo se coloca a continuación en el formato. El cálculo del área total afectada resulta de la suma de las áreas de cada uno de los trapecios proyectados. La evaluación de claros se realizó en el 5% de los árboles aprovechados.

9.2. MEDICIÓN DE CLAROS GENERADOS POR LA CONSTRUCCIÓN DE PATIOS DE ACOPIO.

La medición del área de los patios de trozas se basa en la toma de medidas de la longitud y el ángulo de los lados que conforman el mismo. Esto se debe a que el área de los patios es de forma irregular, ya que son construidos sin un trazado topográfico, siempre intentando simular un rectángulo, situación que resulta en un paralelepípedo.

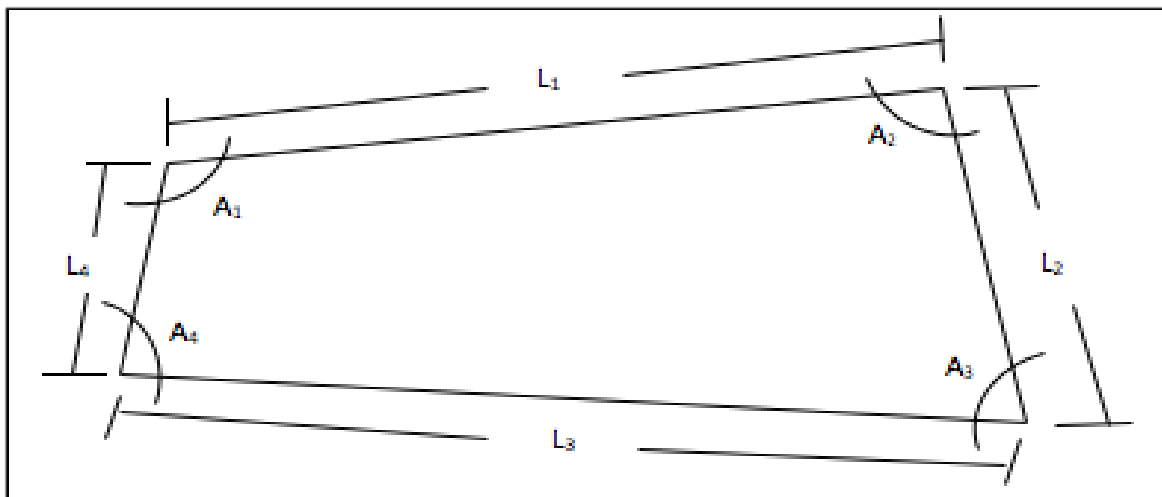


Figura 5. Diagrama para evaluación del área deforestada por la construcción de patios de acopio.

Fuente: Elaborado en base a Contreras *et al* 2001

En el campo, la medición de los ángulos y las longitudes comenzará ubicando el vértice correspondiente al ángulo 4 (A_1). Ubicados en este punto, lo primero que haremos será tomar la medida de la longitud del primer lado (L_1), prolongando la cinta métrica hacia el vértice opuesto correspondiente al ángulo 2 (A_2). En el caso de los ángulos, para la medición del ángulo 1 (A_1), seguimos ubicados en el vértice correspondiente a dicho ángulo y apuntamos con la brújula hacia el vértice opuesto correspondiente al ángulo 2 (A_2). Hecho esto, tomamos la medida del valor resultante del ángulo marcado por la brújula. Luego de tomar este valor, situados aún en el vértice del ángulo 1 (A_1), giramos con la brújula hasta el vértice correspondiente al ángulo anterior al que estamos midiendo, el cual, en este caso, es el vértice correspondiente al ángulo 4 (A_4). Hecho esto volveremos a tomar la medida del ángulo marcado por la brújula. El resultado de la medida del ángulo 1 (A_1) se da de la resta de las 2 medidas tomadas en campo. Esta operación se repite para cada lado y ángulo del paralelepípedo. A continuación se ejemplifica.

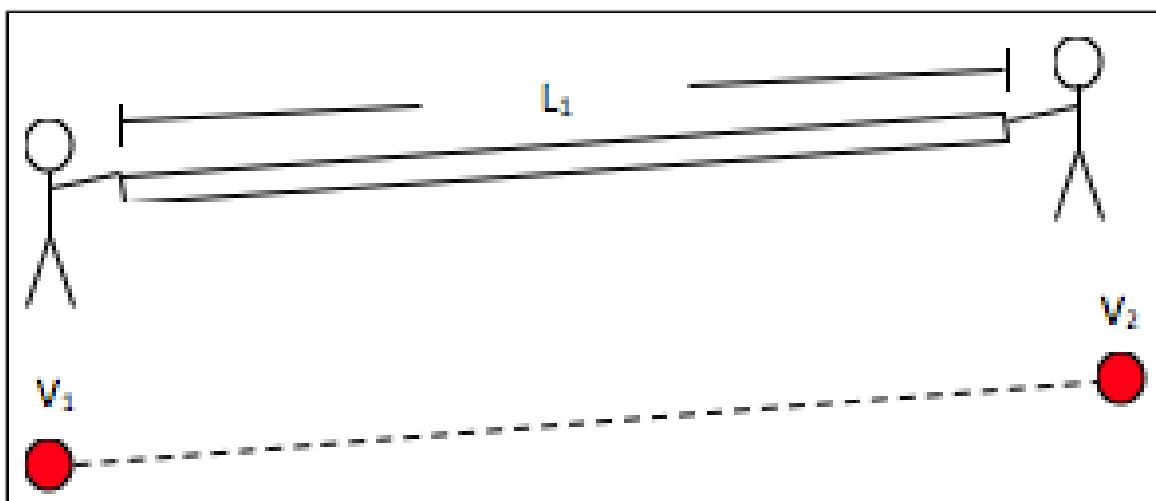


Figura 6. Medición de longitud en los patios de acopio.

Fuente: Elaborado en base a Contreras *et al* 2001

La medición de la longitud (metros) se realizará utilizando una cinta métrica, y entre dos personas, como se observa en la imagen. Es de suma importancia mantener la cinta bien tensa para evitar errores. La longitud se debe tomar exactamente en el vértice final, donde debe encontrarse posicionada la segunda persona.

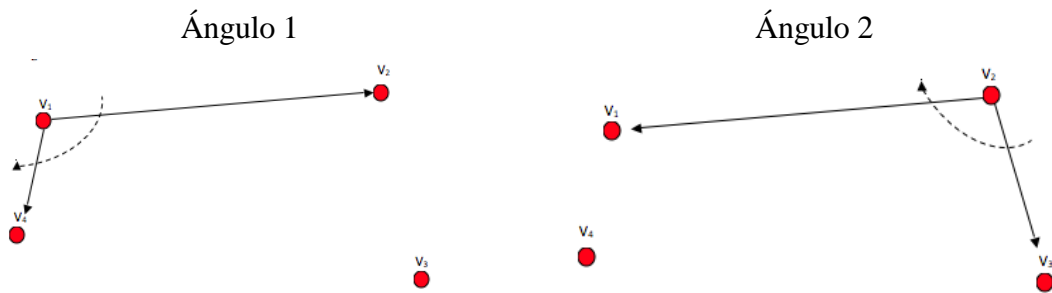
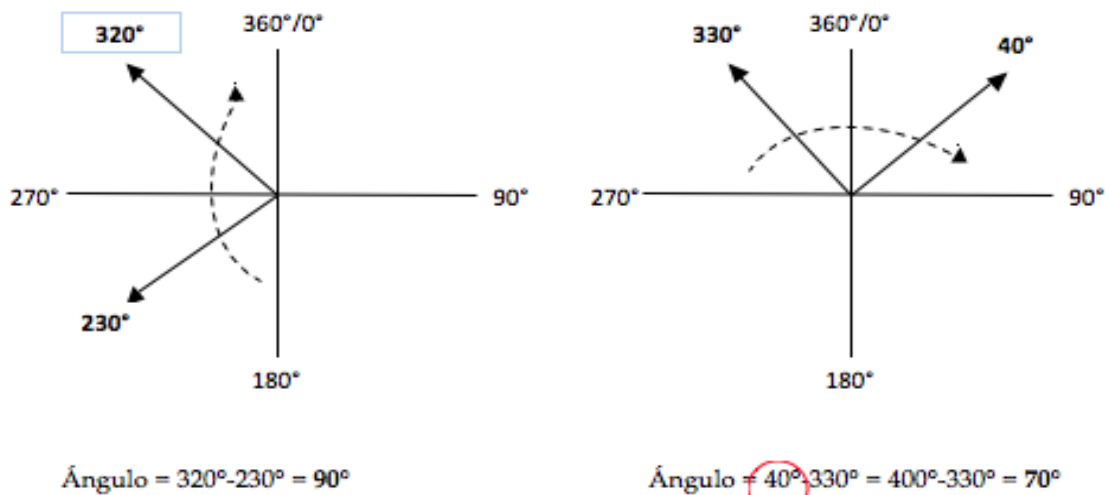


Figura 7. Medición de ángulos en los patios de acopio.

Fuente: Elaborado en base a Contreras *et al* 2001

La medición de los ángulos se realizará utilizando una brújula y tomando los datos de inicio y final de las medidas de barrido como se observa en los gráficos. Para el cálculo del ángulo interno del paralelepípedo es importante tener en consideración que, la medida de los ángulos de inicio y final del barrido hecho con la brújula, corresponden a “Azimuts”, es decir, ángulos medidos hacia la derecha, y por la tanto siempre debe restarse la medida final entre la inicial y no viceversa. A continuación se ejemplifica.



En este caso, siendo un azimut, se considera que para llegar a 40° ya se dio una vuelta completa y por lo tanto se suman los 360° de esa vuelta, lo que hace 400°.

Figura 8. Cálculo del ángulo de los vértices de los patios de acopio a partir del azimut.

Fuente: Elaborado en base a Contreras *et al* 2001

La toma y registro de la información en campo se realizará llenando el “formato de medición de patios de trozas” (ver anexo 1). En él se registrará el sector donde se encuentran los patios de trozas medidos, el nombre del evaluador, la fecha, el número del patio, la dimensión de las 4 longitudes y la medición de los 4 ángulos internos del paralelepípedo. La evaluación de pérdida de cobertura a causa de patios se realizará en el 50% de patios construidos.

9.3. MEDICIÓN DE CLAROS GENERADOS POR LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y LAS OPERACIONES DE DESEMBOSQUE.

La medición del área desboscada por concepto de la construcción de caminos y operaciones de desembosque se basa en la toma de medidas en campo de las dimensiones de la carretera y viales de arrastre. Debido a sinuosidad y ciertas irregularidades de la forma y medidas de estas, la medición del área se hará a partir de la proyección de áreas parciales, de figuras geométricas conocidas, a lo largo de todas la vías (primarias, secundarias, viales de arrastre y sendas de arrastre), identificando zonas de ensanchamiento y estrechamiento para su medición. Debido a la forma de las carreteras, la figura geométrica a utilizar para este cálculo será principalmente el trapecio

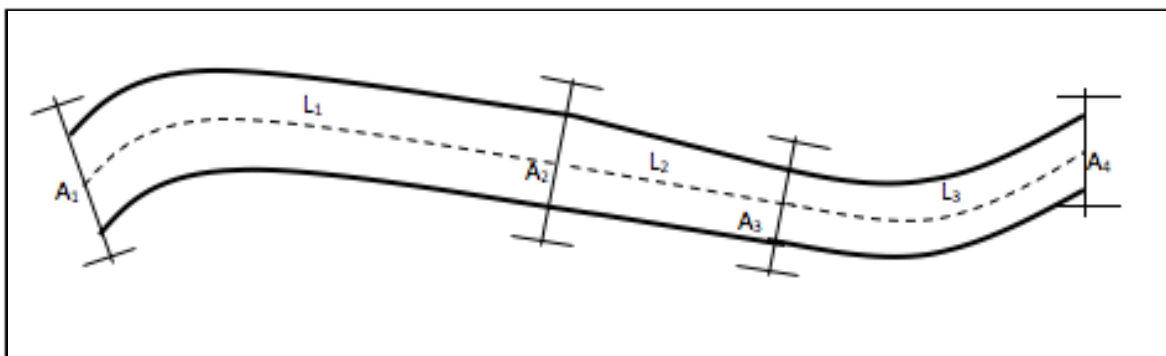


Figura 9. Diagrama para la evaluación del área deforestada a causa de la construcción de caminos y viales de arrastre.

Fuente: Elaborado en base a Contreras *et al* 2001

Como se observa en la figura 09, el área desboscada por la construcción de la carretera y los viales de arrastre se calculará por la proyección de figuras geométricas conocidas, las cuales

serán obtenidas a partir de la medición de las zonas de ensanchamiento y estrechamiento de la vía, así como la longitud existente entre ellas. Las figuras geométricas proyectadas corresponden, como se observa en la figura 03, principalmente a trapecios, los cuales resultan de unir dos anchos distintos (A_1 y A_2) con una altura fija (L_1). El área de cada trapecio resulta de multiplicar el promedio de sus anchos por la altura.

En el campo, la medición del área desboscada consistirá en transitar por la carretera y viales de arrastre, identificando y midiendo los anchos, con cinta métrica en puntos de estrechamiento o ensanchamiento, así como en la longitud que existe entre ambos. Un área parcial estará compuesta por un punto de ensanchamiento, un punto de estrechamiento y la longitud entre ambos. La suma de estas áreas parciales dará como resultado el área desboscada por este concepto. Asimismo, se georeferenciará, con la ayuda de un GPS, cada punto identificado. Esto último nos permitirá, a partir de un software, obtener las longitudes existentes entre los puntos para el cálculo de tramos largos que, difícilmente, pueden ser medidos con cinta métrica, así como para ubicar los puntos identificados en el campo en un mapa.

Los trapecios proyectados contiguos compartirán un ancho, por lo que no se deben repetir estas medidas (Figura 10). Es de suma importancia se identifiquen con precisión el punto inicial y final de cada una de las mediciones, ya que el punto final de la altura de un trapecio, dada por la longitud del tramo evaluado, se convertirá en el inicial de la altura del siguiente.

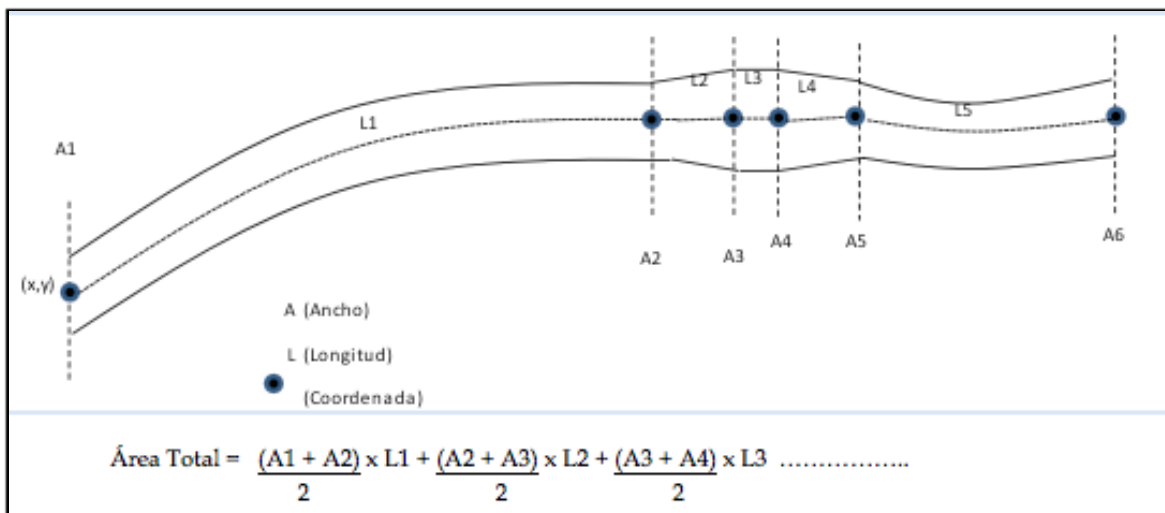


Figura 10. Cálculo del área deforestada para camino y viales de arrastre a partir de la suma de áreas parciales.

Fuente: Elaborado en base a Contreras *et al* 2001

La toma y registro de información en el campo se hará llenando el “formato de medición de carreteras” y “formato de medición de viales de arrastre” (ver anexo 1). En él, se registrará el nombre del evaluador, la fecha, el sector donde se encuentra la carretera, el tipo de carretera, las coordenadas de inicio y final de cada tramo, el ancho de los puntos de inicio y final de cada tramo, y su longitud. Para el caso de distancias largas en donde no se produzcan ensanchamientos las mediciones de longitud se realizarán con la ayuda de un programa de sistema de información geográfico a partir de las coordenadas y tracks levantados con el GPS.

El levantamiento de información se realizará en el 100% de los caminos primarios y secundarios construidos. Para el caso de las operaciones de desembosque se evaluarán el 100% de las viales y sendas de arrastre construidas en el 33% los patios de acopio instalados.

El manejo de datos, determinación de áreas y cálculo de indicadores se hará empleando los software ARGIS 10.1 y Excel 2013.

10. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

La evaluación se realizó en la PCA 06 del área manejada por la empresa Consorcio Forestal Amazónico. Debido a temas climáticos, únicamente se pudo aprovechar el 61% del área, razón por la cual la evaluación se restringió únicamente a estas 3,330.1 hectáreas. En total, se aprovecharon 5,677 árboles distribuidos en 13 especies, equivalente a 47,130 m³. La intensidad de aprovechamiento planteada de 80%. Sin embargo, considerando los descartados y lo conservados por encontrarse en áreas de protección tales como aguajales, colpas o márgenes de ríos esta intensidad, llega a ser de 70%.

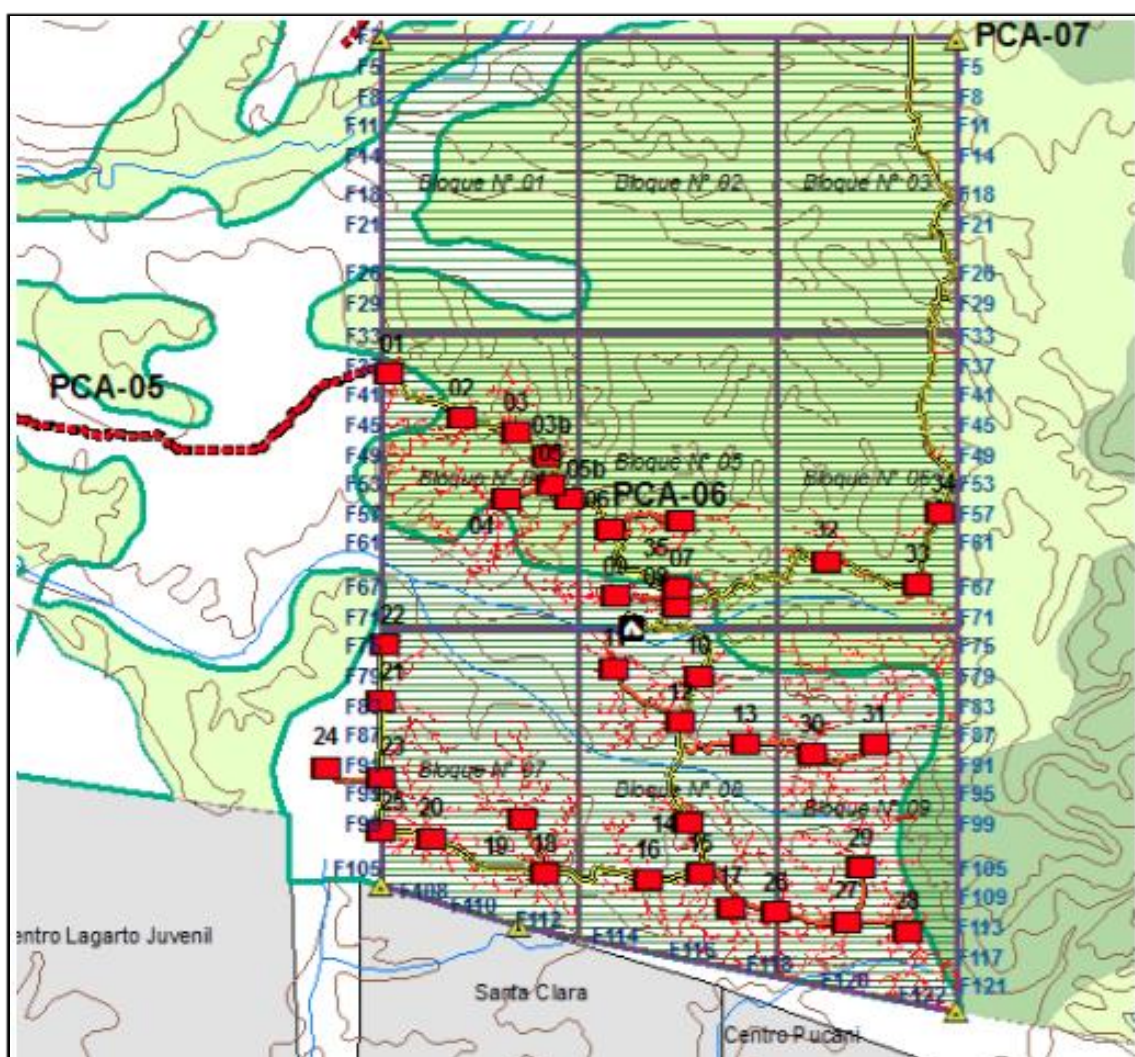


Figura 11. Mapa final de actividades (área efectiva aprovechada).

A continuación se presentan los resultados de la determinación de áreas deforestadas para cada una de las operaciones de aprovechamiento. Asimismo, se detallan las relaciones

generadas a partir de dicha información y las variables que definen la intensidad del aprovechamiento (número de árboles aprovechados, volumen aprovechado y área aprovechada) empleadas para la proyección de impactos y los indicadores de desempeño utilizados para la gestión del aprovechamiento.

10.1. PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL POR CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS.

La determinación de pérdida de cobertura vegetal a causa de la construcción de caminos se obtuvo a partir del levantamiento completo de la red vial, la cual estaba conformada por caminos primarios y secundarios, los cuales fueron construidos con anchos de vía de 8 metros y 6 metros respectivamente. Dicho ancho considera el ancho de la calzada y ancho de las laterales. El recorrido de los caminos evaluados se detalla en el Anexo 02 “Mapa de monitoreo y AVC PCA 06”. Tal como se puede apreciar en la tabla 3, se evaluaron en total 33.08 Km de caminos, de los cuales 22.25 km fueron caminos principales que generaron 30.15 hectáreas de deforestadas (301,476.42 m²). Los otros 10.83 km evaluados corresponden a los caminos secundarios, los cuales generaron una pérdida de cobertura de 14.93 hectáreas (149,259.42 m²).

Tabla 3. Resultados de la evaluación de pérdida de cobertura a causa de la construcción de caminos.

| TIPO DE CAMINO | LONGITUD (km) | ÁREA DEFORESTADA (m ²) | TOTAL DE ARBOLES APROVECHADOS (árbol) | VOLUMEN APROVECHADO (m ³) | ÁREA DEFORESTADA/LONGITUD DE CAMINOS (m ² /Km) | ÁREA DEFORESTADA/ÁRBOL APROVECHADO (m ² /árbol) | ÁREA DEFORESTADA/VOLUMEN APROVECHADO (m ² /m ³) |
|----------------|---------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|--|--|
| PRIMARIO | 22.25 | 301,476.42 | 5,677 | 47,130.48 | 13,549.50 | 53.10 | 6.40 |
| SECUNDARIO | 10.83 | 149,259.42 | | | 13,784.58 | 26.29 | 3.17 |
| TOTAL | 33.08 | 450,735.83 | 5,677 | 47,130.48 | 27,334.08 | 79.40 | 9.56 |

En la figura 12 se puede apreciar que la mayor pérdida de cobertura vegetal a causa de la construcción de caminos es ocasionada por los caminos primarios, debido a que son los que mayor extensión tienen en el área aprovechada.

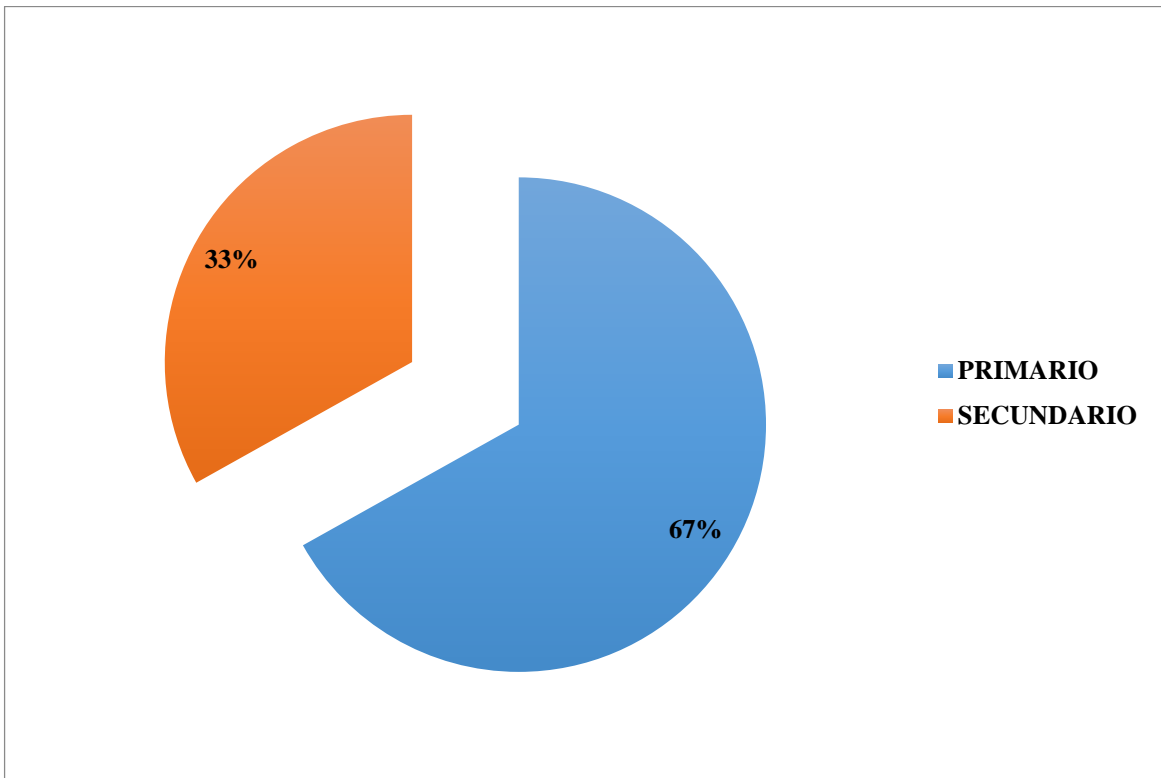


Figura 12. Pérdida de cobertura por tipo de camino.

Sin embargo, en términos unitarios, el tipo de caminos que ocasiona mayor pérdida de cobertura fue el secundario, ya que, a pesar de tener un ancho de construcción menor al primario, generó una mayor pérdida de área boscosa por cada kilómetro construido (Figura 13).

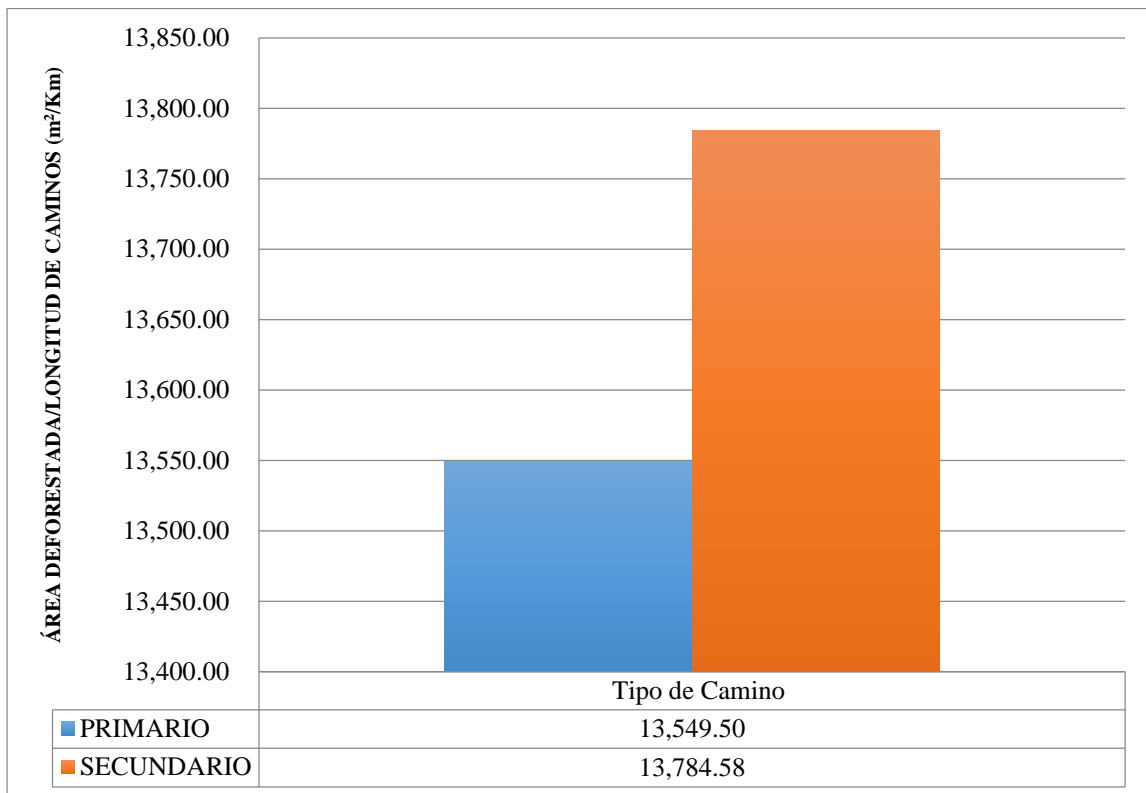


Figura 13. Pérdida de cobertura por tipo de camino por kilómetro construido.

Esto pudo ser, principalmente, a que el personal responsable de la construcción de los caminos no considero las especificaciones técnicas al momento de la construcción. La generación de este indicador el cual relaciona el área deforestada y la longitud de caminos permite visualizar este tipo de errores técnicos los cuales repercuten ecológica y económicamente en la operación, ya que al realizarse un mayor movimiento de masa boscosa, se requiere un mayor uso de recursos (horas hombre, horas máquina, consumo de combustible, entre otros) influyendo negativamente sobre el costo de construcción. Este podría ser considerado un indicador de gestión, y su determinación y seguimiento pueden permitir tomar medidas correctivas, mejorando la eficiencia de la operación.

10.2. PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL POR OPERACIONES DE CORTA.

La pérdida de cobertura ocasionada por las operaciones de corta, se realizó a partir de la evaluación de 291 árboles de las 13 especies aprovechadas por la empresa, distribuidos de manera aleatoria en el área de aprovechamiento.

En la tabla 4 se detalla la pérdida de cobertura promedio ocasionada por el tumbado y trozado de los árboles aprovechados, como también el promedio de la pérdida de cobertura clasificada por especie.

Tabla 4. Resultados de la evaluación de pérdida de cobertura a causa de las operaciones de corta.

| NOMBRE COMÚN | NOMBRE CIENTÍFICO | ÁREA TOTAL DE CLAROS (m ²) | Nº INDIVIDUOS EVALUADOS (árboles) | VOLUMEN APROVECHADO DE ARBOLES EVALUADOS (m ³) | ÁREA PROMEDIO DE CLAROS/ÁRBOL (m ² /árbol) | ÁREA PROMEDIO DE CLAROS/VOLUMEN (m ² /m ³) |
|----------------------|---------------------------------|--|-----------------------------------|--|---|---|
| ALCANFOR MOENA | <i>Ocotea aciphylla</i> | 3,154.37 | 20 | 160.00 | 157.72 | 19.71 |
| ALMENDRO COLORADO | <i>Caryocar amydaliforme</i> | 2,844.36 | 20 | 144.00 | 142.22 | 19.75 |
| CACHIMBO COLORADO | <i>Cariniana domestica</i> | 8,446.85 | 47 | 427.70 | 179.72 | 19.75 |
| CHAMISA | <i>Anthodiscus peruanus</i> | 3,742.29 | 25 | 205.00 | 149.69 | 18.26 |
| CHONTAQUIRO NEGRO | <i>Diplotropis sp.</i> | 680.50 | 5 | 50.50 | 136.10 | 13.48 |
| COPAIBA | <i>Copaifera reticulata</i> | 770.20 | 5 | 41.50 | 154.04 | 18.56 |
| COPAL | <i>Protium tenuifolium</i> | 3,810.71 | 26 | 221.00 | 146.57 | 17.24 |
| HUANGANA CASHA | <i>Sloanea sp.</i> | 1,397.30 | 11 | 104.50 | 127.03 | 13.37 |
| HUAYRURO | <i>Ormosia sp.</i> | 3,278.75 | 17 | 173.40 | 192.87 | 18.91 |
| MARUPA | <i>Simarouba amara</i> | 452.63 | 5 | 41.50 | 90.53 | 10.91 |
| MASHONASTE | <i>Clarisia racemosa</i> | 919.90 | 7 | 71.40 | 131.41 | 12.88 |
| MOENA BLANCA | <i>Qualea paraensis</i> | 2,949.44 | 17 | 141.10 | 173.50 | 20.90 |
| QUILLOBORDON | <i>Aspidosperma desmanthum</i> | 642.84 | 5 | 38.50 | 128.57 | 16.70 |
| QUINILLA | <i>Manilkara bidentata</i> | 2,384.34 | 21 | 157.50 | 113.54 | 15.14 |
| SHIHUAHUACO | <i>Dipteryx odorata</i> | 991.44 | 5 | 56.50 | 198.29 | 17.55 |
| TORNILLO | <i>Cedrelinga catenaeformis</i> | 8,353.15 | 42 | 499.80 | 198.88 | 16.71 |
| YACUSHAPANANA | <i>Terminalia sp.</i> | 2,212.97 | 13 | 107.90 | 170.23 | 20.51 |
| PROMEDIO POR ESPECIE | | 2,766.59 | 17 | 155.40 | 152.41 | 17.08 |
| TOTAL | | 47,032.03 | 291 | 2,641.80 | 2,590.89 | 290.33 |

Tal como se puede apreciar en tabla 4, el cachimbo es la especie con mayor cantidad de árboles aprovechados y, por ende, es la que más contribuye a la pérdida de cobertura.

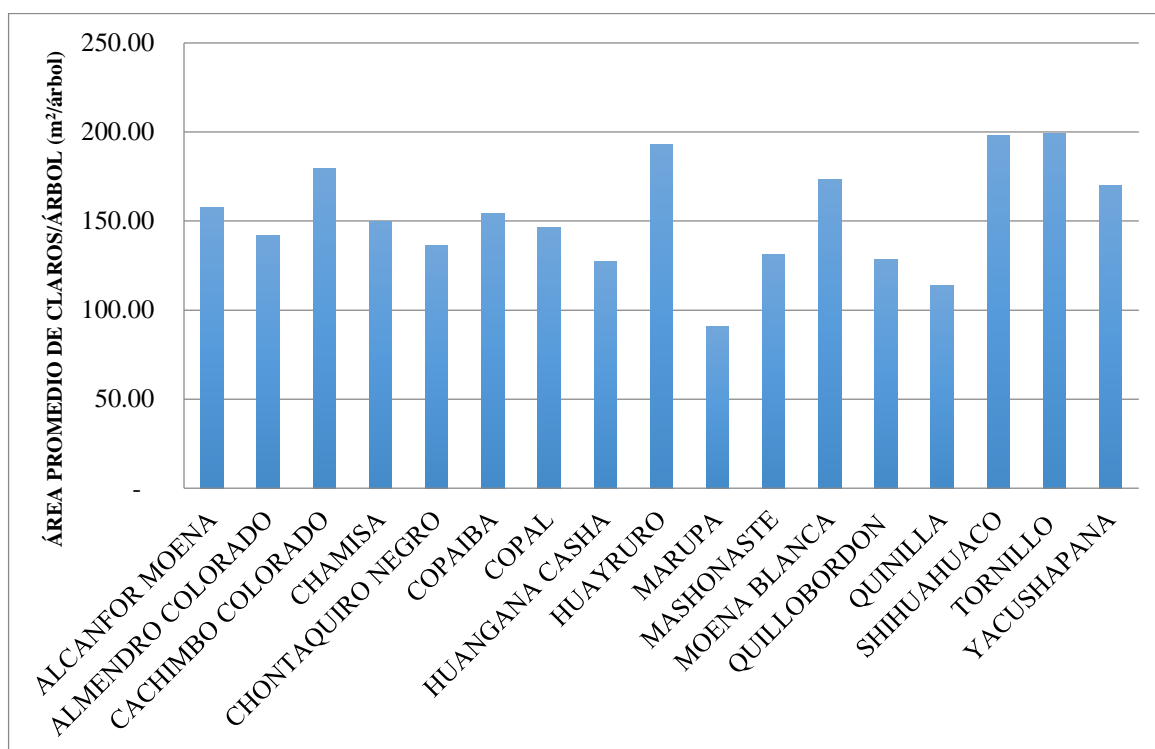


Figura 14. Área de claros por especie generada por las operaciones de corta.

De acuerdo a la información presentada en el figura 14, las especies que tienen mayor área de desbosque son el Tornillo y Shihuahuaco, lo cual se debe a su composición y forma. La Marupa, por su fisionomía, es la especie que genera un claro menor al ser aprovechado.

Para este caso la tabla 4 detalla la relación entre el área desboscada y el número de árboles, la cual puede ser empleada como un indicador de gestión que permite evaluar el desempeño de los responsables de realizar las operaciones de corta, definiendo límites de apertura de claros que garanticen la regeneración rápida de las áreas perturbadas y ningún cambio estructural significativo. A este indicador pueden sumarse otras evaluaciones, tales como altura de tocón, presencia de bisagra, residuos del trozado, etc. para una evaluación de desempeño más completa. Este indicador también puede ser empleado como un ratio para la proyección de impactos por pérdida de cobertura que ocasionarían las operaciones de corta por el aprovechamiento en un número determinado de árboles.

10.3. PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL POR CONTRUCCIÓN DE PATIOS DE ACOPIO.

La evaluación de pérdida de cobertura en patios de acopio se realizó en 18 de los 35 patios construidos. Dichos patios han sido ubicados aleatoriamente y su ubicación se detalla en el anexo 02 “Mapa de monitoreo y AVC PCA 06”. Las dimensiones de los patios de acopio están en función a la cantidad de árboles y volumen que será almacenado. La tabla 04 permite apreciar lo antes mencionado. De manera general podemos decir que, en base a las condiciones del área aprovechada, los patios en promedio deben ser construidos con un área promedio de 1,028.5 m². Mediante este valor y conociendo que se construyeron 35 patios podríamos determinar también el total de área deforestada ocasionada por la construcción de patios de acopio en el área de aprovechamiento.

Tabla 5. Resultados de la evaluación de pérdida de cobertura a causa de la construcción de patios de acopio.

| N° PRE PATIO | ÁREA (m2) | N° DE ARBOLES ARRASTRADOS (árbol) | VOLUMEN ALMACENADO EN PATIO (m3) | ÁREA | ÁREA |
|---------------------------|------------------|---|--|---|--|
| | | | | DEFORESTADA/N° DE ARBOLES ARRASTRADOS (m2/ÁRBOL) | DEFORESTADA/ VOLUMEN ALMACENADO (m2/m3) |
| 1 | 1,337.24 | 78 | 475.85 | 2.81 | 17.14 |
| 2 | 986.97 | 170 | 1,134.46 | 0.87 | 5.81 |
| 3 | 1,701.74 | 220 | 1,533.82 | 1.11 | 7.74 |
| 4 | 2,448.98 | 301 | 2,247.20 | 1.09 | 8.14 |
| 5 | 693.10 | 85 | 498.79 | 1.39 | 8.15 |
| 6 | 406.45 | 21 | 128.94 | 3.15 | 19.35 |
| 7 | 595.57 | 52 | 376.16 | 1.58 | 11.45 |
| 8 | 1,324.46 | 98 | 644.44 | 2.06 | 13.51 |
| 9 | 1,243.24 | 88 | 619.42 | 2.01 | 14.13 |
| 10 | 1,474.60 | 229 | 1,591.06 | 0.93 | 6.44 |
| 11 | 1,183.04 | 256 | 1,816.08 | 0.65 | 4.62 |
| 12 | 578.71 | 118 | 897.38 | 0.64 | 4.90 |
| 13 | 279.30 | 57 | 392.21 | 0.71 | 4.90 |
| 14 | 696.10 | 122 | 910.70 | 0.76 | 5.71 |
| 16 | 321.66 | 158 | 1,009.41 | 0.32 | 2.04 |
| 26 | 1,953.65 | 92 | 664.29 | 2.94 | 21.24 |
| 27 | 553.67 | 179 | 1,300.96 | 0.43 | 3.09 |
| 28 | 734.56 | 221 | 1,664.53 | 0.44 | 3.32 |
| PROMEDIO POR PATIO | 1,028.50 | 141.39 | 994.76 | 1.33 | 8.98 |
| TOTAL | 18,513.03 | 2,545.00 | 17,905.68 | 23.89 | 161.68 |

La relación de área deforestada y volumen aprovechado puede ser usada como un indicador de gestión, ya que esta demuestra la cantidad de área deforestada necesaria para almacenar un metro cubico de madera. En la tabla 5 se puede apreciar que lo patios 1,6,7,8,9 y 26,

ofrecen un valor alto de esta relación debido a que se destina una mayor área para unidad de volumen. Es decir, estos patios están subutilizando su capacidad. El uso de este indicador permitiría tomar medidas correctivas que permitan un uso eficiente del área de patios, como reducir el área desboscada durante la construcción de los patios, distribuir de manera más eficiente los patios en función a la dispersión y volumen aprovechable o modificar la tecnología empleada para el apilado y manipuleo.

10.4. PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL POR OPERACIONES DE DESEMBOSQUE.

Para la determinación de la pérdida de cobertura ocasionada por las operaciones de desembosque, se evaluaron todas las viales construidas en 12 de los 35 patios de acopio instalados. Los patios seleccionados y el recorrido de la viales se encuentra especificado en el anexo 02 “Mapa de monitoreo y AVC PCA 06”. Según la tabla 05 el área deforestada promedio por patio causada por las operaciones de desembosque es de 16,715.87 m². Al igual que en la evaluación de patios, este valor también podría ayudarnos a proyectar el impacto total sobre el área aprovechada, tomando en cuenta la cantidad total de patios construidos.

Tabla 6. Resultados de la evaluación de pérdida de cobertura ocasionada a causa de las operaciones de desembosque.

| PATIO | ÁREA DEFORESTADA (m ²) | N° DE ARBOLES ARRASTRADOS (árboles) | VOLUMEN ARRASTRADO (m ³) | LONGITUD DE VIALES (Km) | ÁREA DEFORESTADA /LONGITUD VIALES (m ² /Km) | ÁREA DEFORESTADA /N° DE ARBOLES ARRASTRADOS (m ² /Árbol) | ÁREA DEFORESTADA /VOLUMEN ARRASTRADO (m ² /m ³) |
|--------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--|---|--|
| 2 | 16,561.00 | 170 | 1,134.46 | 4.49 | 3,685.79 | 97.42 | 14.60 |
| 4 | 38,802.58 | 301 | 2,247.20 | 12.24 | 3,170.67 | 128.91 | 17.27 |
| 7 | 5,452.20 | 52 | 376.16 | 1.55 | 3,508.49 | 104.85 | 14.49 |
| 8 | 3,881.71 | 98 | 644.44 | 1.26 | 3,075.84 | 39.61 | 6.02 |
| 9 | 15,945.39 | 88 | 619.42 | 3.85 | 4,140.58 | 181.20 | 25.74 |
| 11 | 8,209.08 | 256 | 1,816.08 | 2.55 | 3,221.77 | 32.07 | 4.52 |
| 12 | 15,552.80 | 118 | 897.38 | 4.16 | 3,736.86 | 131.80 | 17.33 |
| 14 | 6,983.80 | 122 | 910.70 | 2.22 | 3,150.11 | 57.24 | 7.67 |
| 15 | 24,788.95 | 154 | 2,825.22 | 6.95 | 3,565.73 | 160.97 | 8.77 |
| 16 | 19,641.70 | 158 | 1,009.41 | 5.66 | 3,471.49 | 124.31 | 19.46 |
| 17 | 10,768.95 | 27 | 522.93 | 3.63 | 2,963.39 | 398.85 | 20.59 |
| 28 | 34,002.35 | 179 | 1,300.96 | 10.03 | 3,391.08 | 189.96 | 26.14 |
| PROMEDIO POR PATIO | 16,715.87 | 144 | 1,192.03 | 4.88 | 3,423.48 | 137.27 | 15.22 |
| TOTAL | 200,590.50 | 1723 | 14304.354 | 58.60 | 41,081.80 | 1,647.19 | 182.61 |

La tabla 6 también presenta relaciones adicionales, tales como la de área deforestada y longitud de viales construidas, la cual nos permite determinar la cantidad de área boscosa perdida por cada kilómetro de vial construida. Esta relación puede ser usada como un indicador de gestión, ya que permite determinar a cierto nivel, la eficiencia con que se aperturan las viales, favoreciendo la recuperación natural de las áreas perturbadas y la estructura del bosque.

10.5. ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA TOTAL DE COBERTURA VEGETAL A CAUSA DE LAS OPERACIONES DE APROVECHAMIENTO DE IMPACTO REDUCIDO.

Al vincular la pérdida de cobertura calculada con ciertos parámetros de producción podemos identificar ciertas relaciones, las cuales permiten estimar la pérdida de cobertura vegetal en toda el área aprovechada y/o proyectar los posibles impactos que se generarán por las operaciones de aprovechamiento en otros escenarios similares. En base a ello y para cada una de las operaciones descritas en los puntos 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 , se determinaron las relaciones entre el área deforestada y el número de árboles aprovechados (tabla 7) así como entre el área deforestada y el volumen aprovechado (tabla 8). Por medio de estas relaciones y empleando los datos de árboles y volúmenes totales aprovechables declarados para toda el área, se determinó el impacto total generado (ver tabla 7 y 8).

Tabla 7. Determinación del área total deforestada por actividad a partir de la relación pérdida de cobertura y arboles aprovechados.

| ACTIVIDAD | ÁREA DEFORESTADA/ÁRBOL APROVECHADO (m/árbol) | | TOTAL DE ARBOLES APROVECHADOS (árbol) | TOTAL DE ÁREA DEFORESTADA POR ACTIVIDAD (m2) | TOTAL DE ÁREA DEFORESTADA POR ACTIVIDAD (Ha) |
|----------------------------------|---|-------------|---|--|--|
| | Primarios | Secundarios | | | |
| Construcción de caminos | Primarios | 53.10 | 5,677 | 301,476.42 | 30.15 |
| | Secundarios | 26.29 | | 149,259.42 | 14.93 |
| Operaciones de corta | | 152.41 | | 865,205.25 | 86.52 |
| Construcción de patios de acopio | | 1.33 | | 7,535.63 | 0.75 |
| Operaciones de desembosque | | 137.27 | | 779,258.19 | 77.93 |
| TOTAL DE ÁREA DEFORESTADA | | | | 2,102,734.90 | 210.27 |

Tabla 8. Determinación del área total deforestada por actividad a partir de la relación pérdida de cobertura y volumen aprovechado.

| ACTIVIDAD | | ÁREA DEFORESTADA/VOLUMEN APROVECHADO (m2/m3) | TOTAL VOLUMEN APROVECHADO (m3) | TOTAL DE ÁREA DEFORESTADA POR ACTIVIDAD (m2) | TOTAL DE ÁREA DEFORESTADA POR ACTIVIDAD (Ha) |
|----------------------------------|-------------|--|--------------------------------|--|--|
| Construcción de caminos | Primarios | 6.40 | 47,130.48 | 301,476.42 | 30.15 |
| | Secundarios | 3.17 | | 149,259.42 | 14.93 |
| Operaciones de corta | | 17.08 | | 804,900.49 | 80.49 |
| Construcción de patios de acopio | | 8.98 | | 423,348.32 | 42.33 |
| Operaciones de desembosque | | 15.22 | | 717,200.24 | 71.72 |
| TOTAL DE ÁREA DEFORESTADA | | | | | 2,396,184.88 |

Para ambos casos los valores calculados de pérdida de cobertura son similares, sin embargo, se puede considerar que la relación vinculada al número de árboles es más eficiente ya que, tanto los datos de número de árboles y volumen aprovechable provienen de los censos comerciales y están directamente relacionados a la intensidad de aprovechamiento. Sin embargo, la determinación de volumen está sujeta a estimaciones en la altura haciendo que dicha determinación tenga cierto nivel de error, el cual es transferido de manera directa a la estimación de pérdida de cobertura. Asimismo, la determinación por número de árboles contempla, en cierto modo, la dispersión de los árboles, lo que no sucede con el volumen, ya que este depende de la zona y/o la especie. Este volumen también puede estar en gran parte representado por pocos individuos.

A partir de estos cálculos de pérdidas de cobertura totales podemos estimar una nueva relación, la cual realizaremos vinculándola al área total aprovechada (ver tabla 9).

Tabla 9. Determinación de la pérdida de cobertura por unidad de área aprovechada.

| ACTIVIDAD | | TOTAL DE ÁREA DEFORESTADA POR ACTIVIDAD (m2) | TOTAL DE ÁREA APROVECHADA (Ha) | TOTAL DE ÁREA DEFORESTADA/ ÁREA APROVECHADA(m2/Ha) | TOTAL DE ÁREA DEFORESTADA/ ÁREA APROVECHADA(Ha/Ha) |
|----------------------------------|-------------|--|--------------------------------|--|--|
| Construcción de caminos | Primarios | 301,476.42 | 3,330.10 | 90.53 | 0.009 |
| | Secundarios | 149,259.42 | | 44.82 | 0.004 |
| Operaciones de corta | | 865,205.25 | | 259.81 | 0.026 |
| Construcción de patios de acopio | | 7,535.63 | | 2.26 | 0.000 |
| Operaciones de desembosque | | 779,258.19 | | 234.00 | 0.023 |
| TOTAL DE ÁREA DEFORESTADA | | | | | 631.43 |

Esta relación, al igual que la estimada entre pérdida de cobertura y árboles aprovechables, son igual de eficientes, ya que contemplan la variabilidad existente en un bosque con condiciones de vegetación y de aprovechamiento específicas.

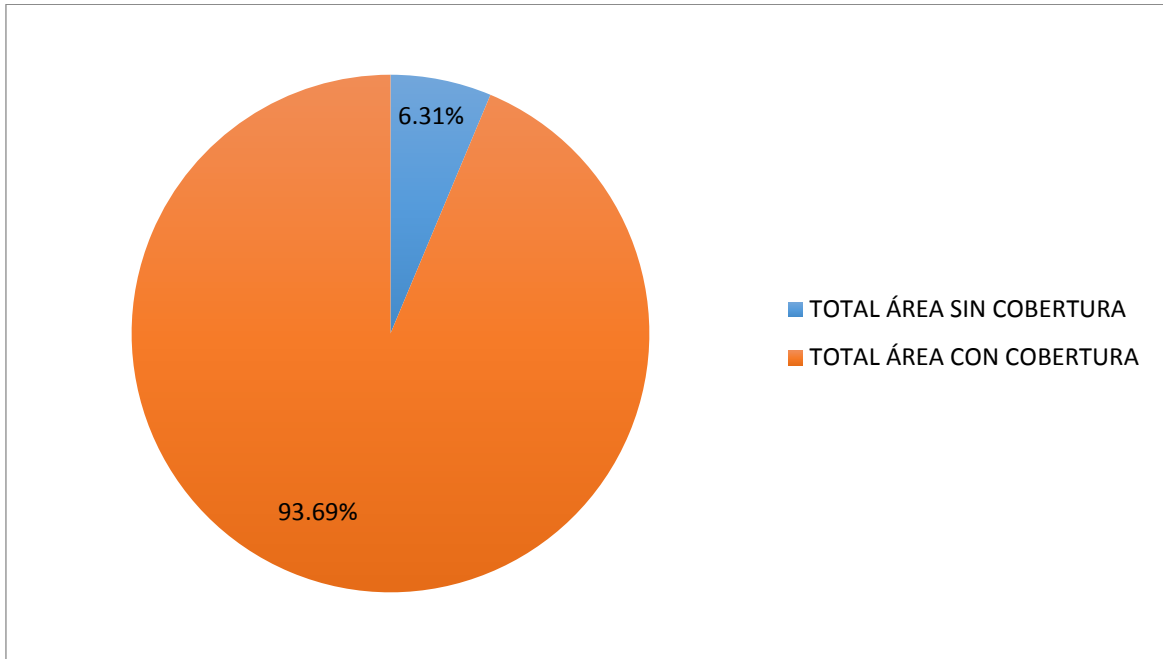


Figura 15. Pérdida total de cobertura vegetal.

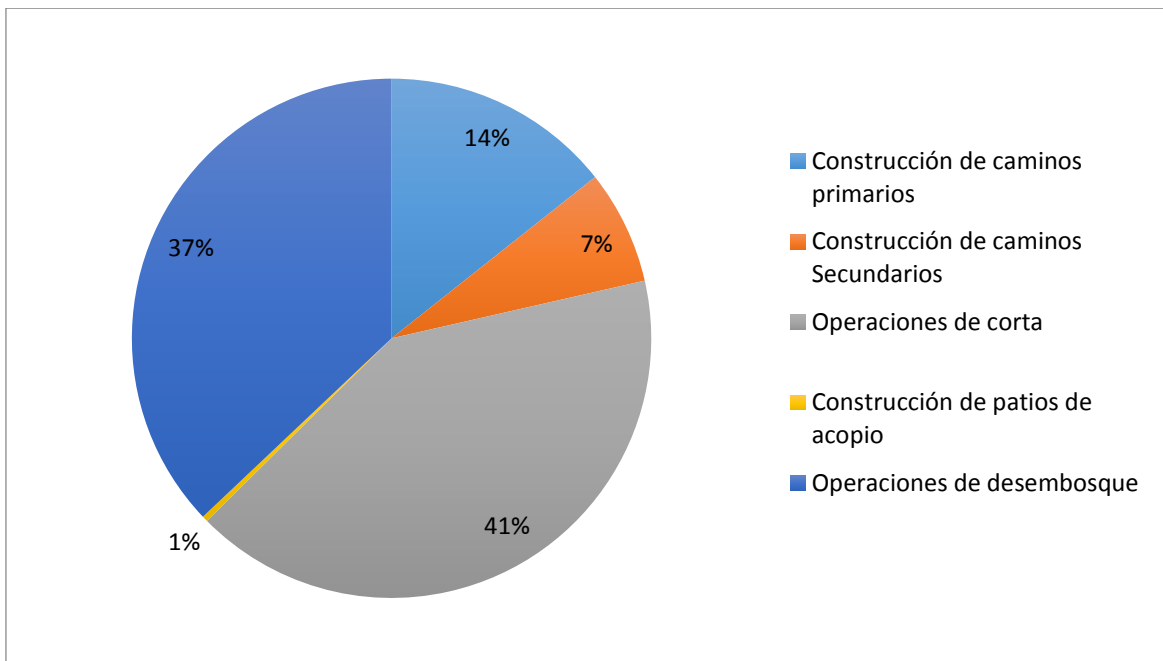


Figura 16. Pérdida de cobertura por actividad.

En referencia a la magnitud de los impactos tenemos que, en total, se han perdido 210.27 hectáreas de cobertura vegetal (tabla 7) siendo las operaciones de corta y la construcción de caminos primarios las actividades que mayor impacto generan, contribuyendo con el 41% y 37% del total de la cobertura perdida respectivamente (Figura 16). El total de pérdida de cobertura es equivalente al 6.3% del área aprovechada (figura 15), siendo este valor ligeramente mayor al 5% especificado por Thomas et al (2004). Esto puede deberse a que la operación se encontraba en una etapa inicial de implementación de actividades de planificación y monitoreo de operaciones. Por otro lado, el valor dista del especificado para aprovechamiento convencional (mayor al 10%). Asimismo, los valores de claros en la corta no superan los 400 m² los cuales, según Dam (2001), generan cambios sobre el microclima y el suelo. Del mismo modo, los valores para las actividades de patios y viales son muy cercanos a los valores especificados por Thomas et al (2004) para una operación de aprovechamiento de impacto reducido, con lo cual, se podría decir que los cambios estructurales y de composición son mínimos.

V. CONCLUSIONES

- La medición de áreas parciales para determinación de pérdida de cobertura es un método práctico y sencillo de aplicar y, al hacerse en mediciones directas sobre terreno, proporciona valores bastante confiables.
- La pérdida de cobertura a causa de la construcción de caminos depende del tipo de camino a construir, así como del nivel de planificación, la maquinaria disponible y el nivel de capacitación de los operadores de la maquinaria.
- La pérdida de cobertura a causa de las operaciones de corta depende de la especie a aprovechar y la habilidad del operador para implementar técnicas de tala dirigida.
- La pérdida de cobertura a causa de las operaciones de construcción de patios y desembosque depende de la destreza de los operadores de maquinaria y del responsable del diseño y trazado de la red de arrastre.
- De manera general y para todas las operaciones, la pérdida de cobertura está directamente relacionada a la cantidad de individuos a aprovechar y, por ende, depende de la intensidad de aprovechamiento y la cantidad de especies con las que se trabaje.
- La relación entre la pérdida de cobertura y las variables número de árboles aprovechables, volumen aprovechable y área aprovechable, permiten estimar el área deforestada total de una operación de aprovechamiento forestal, así como la proyección de dichos impactos en otras realidades con características de aprovechamiento similares.
- La generación de indicadores basados en pérdida de cobertura ayudan a evaluar la eficiencia con que se realiza la gestión de las operaciones de aprovechamiento en términos ambientales y económicos.
- La pérdida de cobertura ocasionada por las operaciones de aprovechamiento de impacto reducido con 30% de intensidad, en los bosques de terraza alta en la zona de Atalaya, es de 6.2% del total del área aprovechada
- La operación de aprovechamiento evaluada puede ser considerada como de impacto reducido debido al impacto total generado cercano al 5% del total del área (6.2%)

- El aprovechamiento de impacto reducido logra niveles de impacto muy bajos debido al nivel de planificación y control que realizan.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar evaluaciones de regeneración natural en las áreas impactadas, con la finalidad de definir el efecto de los claros sobre la composición.
- Realizar evaluaciones de fauna para evaluar el nivel de perturbación generado por las operaciones.
- Evaluar la factibilidad de realizar un análisis entre la pérdida de cobertura y la respuesta de las especies aprovechables.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arends, E. 1994. Impacto Ecológico de la Explotación Selectiva en Bosques de la Reserva Forestal de Caparo: I. Efecto sobre la Estructura de la Comunidad. 42p.
- Arroyo-Rodríguez, V; Aguirre, A.; Benítez-Malvido, J; Mandujano, S. 2006. Impact of rain forest fragmentation on the population size of a structurally important palm species: *Astrocaryum mexicanum* at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation*, 138(1–2): 198–206.
- Coro, VE. Bruenig, E. 1996. Conservation and management of tropical rainforest. An integrated approach to sustainability. CAB International, Wallingford. Reino Unido. 339p.
- Bull, GQ; Pulkki, R; Killmann, W; Schwab, O. 2001. Una investigación de los costos y beneficios de la extracción de impacto reducido. *Actualidad Forestal tropical* 9(2):12-13.
- Cándamo, F. 2009. Aprovechamiento Forestal de Impacto Reducido: Experiencias en la investigación y la capacitación en operaciones forestales en Cuba. *Revista INFOR: Universidad de Pinar del Río*. CU.14p.
- Contreras, F; Cordero, W; Fredericksen, T. 2001. Evaluación del Aprovechamiento Forestal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible -BOLFOR. Santa Cruz, BO. 46p.
- Dam, O, van. 2001. Forest filled with gaps. Effects of gap size on water and nutrient cycling in tropical rain forest. A study in Guyana. Georgetown, Guyana, TROPENBOS Guyana Programme. 208 p.
- Denslow, J. 1980. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotropica*, 12:47-55.
- Dykstra, D. 2001. Ideas antiguas y nuevas sobre la extracción de impacto reducido. *Actualidad Forestal Tropical* 9(2):34.
- Enright, N. 1978: The effects of logging on the regeneration and nutrient budget of *Araucaria cunninghamii* dominated Tropical Rain Forest in Papua New Guinea. *The Malaysian Forester*, 41: 303-318.
- Folke, C; Carpenter, S; Walker, B; Scheffer, M; Elmqvist, T; Gunderson; Holling, C. 2004. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35: 557–581.

- Food and Agriculture Organization FAO). 2008. Aprovechamiento Forestal (En Línea). Lima, PE. Consultado 27 ago. 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/harvesting/11833/es/>
- Fredericksen, T. 2000. Aprovechamiento forestal y conservación de los bosques tropicales de Bolivia.
- Gayoso, J.; Iroumé, A. 1991. Compaction and soil disturbances from logging in Southern Chile. *Annales des Sciences Forestières*, 48: 63-71.
- Hendrisson, J. 1990. Damage controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname. Wageningen Ariculture University, Wageningen. Holanda. 204p.
- Hernández, L; Parra, A; Sanoja, E. 1994. Una Visión sobre el Manejo Forestal en la Guayana Venezolana (Edo. Bolívar). Informe preparado a solicitud del Consejo Regional de Gobierno, Ambiente, Minería y Ordenación del Territorio del Edo. Bolívar.
- Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA). 2016. Estudio de pre inversión a nivel de factibilidad de proyecto: mejoramiento de los servicios de apoyo para El aprovechamiento sostenible de los bosques de CCCC y CCNN los departamentos de Amazonas, Lambayeque, Loreto, Piura, San Martín, Tumbes y Ucayali. Lima, PE. 235p.
- Johns, J; Barreto, P; Uhl, C. 1996. Logging damage during planned an unplanned logging operations in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management* 89: 59-77.
- Kaimowitz, D. 2001. Cuatro medio verdades: la relación bosques y agua en Centroamérica. *Revista Forestal Centroamericana* 33:6-10.
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763. Diario Oficial El Peruano. Lima.
- Lozada, J; Arends, E. 1998. Impactos del aprovechamiento forestal en Venezuela. *Revista Interciencia*. 10p.
- Machfudh, P; Sist, P; Kartawinata, K; Efransjah. 2001. Un cambio de actitud en el bosque. *Actualidad Forestal Tropical* 9(2):10-11.
- Malleux, J. 1982. Inventarios Forestales en Bosques Tropicales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE. 414 p.

- Ochoa, J. 1998. Análisis preliminar de los efectos del aprovechamiento de maderas sobre la composición y estructura de bosques en la Guyana Venezolana. Revista Interciencia. Caracas, VE. 11p
- Organismo Supervisor de Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR). S.f. Concesiones Forestales (En Línea). Lima, PE. Consultado 27 ago. 2017. Disponible en: <http://www.osinfor.gob.pe/concesiones-forestales/>
- Orozco, L; Brumér, C; Quirós, D. 2006. Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos. Serie técnica. Manual Técnico N° 63. CATIE. Turrialba, CR. 442p.
- Putz, F; Dykstra, D; Heinrich R. 2000. Why poor logging practices persist in the tropics. Conservation Biology 14(4): 951-956.
- Quevedo, RC. 1997. Evaluación financiera de la planificación para el aprovechamiento forestal, en Santa Cruz, Bolivia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 81p
- Reforestation Grup International (2006). Sf. Manual General de Aprovechamiento Forestal.10p.
- Reglamento para la Gestión Forestal y de Fauna Silvestre. Decreto Supremo N°018-2015-MINAGRI. Aprobado el 29 de Setiembre de 2015.
- Rose, SA. 2000. Seeds, seedlings and gaps – size matters. A study in the tropical rain forest of Guyana. Georgetown, Guyana. Programme Guyana TROPENBOS, Serie 9. 175p.
- Scott, J; Fredericksen, T. 2000. Evaluación de los disturbios y daños causados al bosque residual durante el aprovechamiento por selección en un bosque tropical de Bolivia. Documento Técnico 91. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, BO. 26p.
- Soluciones Sostenibles Consultores (SSC). 2014. Estudio de los productos forestales maderables, en el marco del PIP2 del desarrollo de la propuesta SNIP “Factibilidad del proyecto de Inversión de Conservación de Bosques en los departamentos de Amazonas , Lambayeque, Loreto, Piura, San Martín , Tumbes y Ucayali en PERÚ”. Lima, PE. 54p.

- Stadtmüller, T. 1994. Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales, medidas para mitigarlo. Serie Técnica. Informe Técnico no. 246. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales no. 1. . Turrialba, CR, CATIE. 62 p.
- Steege, H ; Boot R; Brouwer, L; Caesar, J; Ek, R; Hammond, D; Haripersaud, P; Hout, P. Van der; Jetten, V; Kekem, A; Kellman, M; Kahn, Z; Polak, A; Pons, T; Pulles, J; Raaimakers, D; Rose, SA; Sanden, J. Van der; Zagt, RJ. 1996. Ecology and logging in a tropical rain forest in Guyana. With recommendations for forest management. The Tropenbos Foundation Series N° 14. 123 p
- Thomas P. Holmes; Geoffrey M. Blate; Johan C. Zweede; Rodrigo Pereira Junior; Paulo Barreto; Frederick Boltz. 2004. Custos e Benefícios Financeiros da Exploração Florestal de Impacto Reduzido em Comparação à Exploração Florestal Convencional na Amazônia Oriental. 69 p. Belen, BR.
- Thompson, I; Mackey, B; McNulty, S; Mosseler, A. 2009. Forest resilience, biodiversity, and climate change: a synthesis of the biodiversity/resilience/ stability relationship in forest ecosystems. Technical Series No. 43. Montreal, CA.
- Thompson, I. 2011. Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. Unasyuva: Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales. Vol 62: 25-30.
- Uhl, C; Verissimo, A; Mattos, M; Brandino, Z; Guimaraes, I. 1991. Social, economic and ecological consequences of selective logging in an Amazon frontier: the case of Tailandia. Forest Ecology and Management, 46: 243-273.
- Venegas, G; Louman, B. 2001. Aprovechamiento con tratamiento silvicultural de impacto reducido en un bosque montano de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N°325. 55p.
- Verísimo, A; Barreto,P; Tarifa, R; Uhl, C. 1995. Extraction of a high value natural resource in Amazonia: the case of mahogany. Forest Ecology and Management 72: 39-60.

VIII. ANEXOS

Anexo 01. Formatos de evaluación de campo.

Anexo 02. “Mapa de monitoreo y AVC PCA 06”.

Anexo 03. Data levantada para la determinación de pérdida de cobertura por actividad.

Anexo 04. Carta de autorización por parte de la empresa para uso de la información.

Anexo 01. Formatos de evaluación de campo.

**Anexo 02. “Mapa de monitoreo y AVC PCA
06”.**

**Anexo 03. Data levantada para la
determinación de pérdida de cobertura por
actividad.**

**Anexo 04. Carta de autorización por parte de
la empresa para uso de la información.**