



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE VALOR PARA EL
PROCESO DE COSECHA DE UNA PLANTACIÓN MADERERA EN UNA
EMPRESA DE SERVICIOS FORESTALES.

AUTOR

MARCO PAÚL GÁNDARA MENDOZA

AÑO

2018



FACULTA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE VALOR PARA EL
PROCESO DE COSECHA DE UNA PLANTACIÓN MADERERA EN UNA
EMPRESA DE SERVICIOS FORESTALES.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía

MSc. Mariuxy Iveth Jaramillo Villacrés

Autor

Marco Paúl Gándara Mendoza

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, propuesta de optimización de la cadena de valor para el proceso de cosecha de una plantación maderera en una empresa de servicios forestales, a través de reuniones periódicas con el estudiante Marco Paúl Gándara Mendoza, en el semestre 2018 – 2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Mariuxy Iveth Jaramillo Villacrés

Master of environmental management in the field of sustainable development

CI: 1716754336

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, propuesta de optimización de la cadena de valor para el proceso de cosecha de una plantación maderera en una empresa de servicios forestales, de Marco Paúl Gándara Mendoza, en el semestre 2018 – 2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Cristina Belén Viteri Sánchez

Master en ingeniería avanzada de la producción, logística y cadena de suministro

CI: 1715638373

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Marco Paúl Gándara Mendoza

CI: 0803021898

AGRADECIMIENTO

Agradezco a toda mi familia, muy especialmente a mi padre, mi madre y mi hermana que me apoyaron en el desarrollo de mi tesis y en esta etapa hermosa de mi vida.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a todos mis amigos que conocí y compartieron conocimientos, alegrías y tristezas, en mi período universitario. En especial a David Aguirre y José Torres por su incondicional y su larga amistad.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad desarrollar propuestas de mejoras de la cadena de valor para el proceso de cosecha de una plantación de tipo pachaco. La microempresa opera en toda la costa ecuatoriana y brinda servicios de aprovechamientos forestales de todo tipo de maderas tropicales.

Como primer punto se describe la situación actual y los procesos de la empresa. Luego se usan herramientas que identifiquen los problemas y sus causas raíces. Se detectaron dos problemas principales: paros por mantenimiento no programadas y baja capacidad de arrastre del tractor y, un alto número de incidentes en la estibación de la carga en la clasificación y en el embarque en las plataformas tipo camiones.

En la segunda fase se desarrollan propuestas en donde se implementan una nueva selección para proveedores de maquinaria forestal con unidades de mejores características e implementar el proceso de carga con un camión grúa para equilibrar tiempos en arrastre y carga. A partir de este punto se identificó necesario realizar un balance de línea con las nuevas particularidades en los procesos.

Finalmente se desarrolla un estudio económico y un análisis de la nueva capacidad volumétrica de procesamiento dando como resultado el aumento de 6.63% de beneficios adicionales y reducción en alrededor del 60% en el tiempo de aprovechamiento del bosque.

ABSTRACT

The present thesis has the purpose to develop proposals for improvements in order to optimize the process of extraction and supply of wood from the Pachaco forest. This particular microenterprise operates throughout the Ecuadorian coast and provides forest utilization services for all types of tropical timber.

As a first point, the current situation and the processes of the company are described. Then, tools have been that identify the problems and their root causes. Two main problems were detected: unscheduled maintenance shutdowns and low towing capacity of the tractor, as well as a high rate of incidents in the loading process of the cargo during the classification of wood and boarding onto truck-type platforms.

In the second phase, proposals are developed in which a new selection the process of suppliers of forestry machinery with units of better characteristics and to implement the loading process with a crane truck in order to balance times in drag and load. From this point, it was necessary to carry out a line balance with the new features in the processes.

Finally, an economic study and an analysis of the new volumetric processing capacity is carried out, resulting in an increase of 6.63% in the benefits and a reduction of around 60% in the time of the processing of wood.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Alcance	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Aglomerados.....	4
2.2. Contrachapado.....	4
2.3. Aserradero	5
2.4. Astillas.....	5
2.5. Industria forestal primaria	5
2.6. Industria forestal secundaria.....	5
2.7. Plantación forestal.....	5
2.8. Bosques nativos.....	5
2.9. Raleo	5
2.10. Podas	6
2.11. Troceado	6
2.12. Documentos legales	6
2.12.1. Licencia de aprovechamiento forestal	6
2.12.2. Guías de circulación forestal	8

2.12.3.	Guías de remisión	9
2.13.	Ficha técnica de Pachaco	9
2.14.	Herramientas utilizadas.....	16
2.14.1.	Gestión por procesos	16
2.14.2.	¿Qué es un proceso?	16
2.14.3.	Diagrama de flujo	17
2.14.4.	Diagrama de espagueti	17
2.14.5.	Manufactura esbelta <i>lean</i>	17
2.14.6.	<i>Value stream map</i> (VSM)	18
2.14.7.	Análisis de causas.....	21
2.14.8.	Método de ponderación de factores	22
2.14.9.	Análisis de valor de los procesos	23
3.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	24
3.1.	Descripción de la empresa.....	24
3.2.	Levantamiento de procesos	26
3.2.1.	Macro proceso de compra	26
3.2.2.	Macro proceso de aprovechamiento.....	33
3.3.	Levantamiento de información	39
3.3.1.	Análisis de valor agregado por actividad del macro proceso de aprovechamiento	39
3.3.2.	Levantamiento de tiempos.....	40
3.3.3.	Levantamiento del VSM.....	41
3.3.4.	Diagrama de Espagueti	44
3.3.5.	Diagrama de causa – efecto	46
3.3.6.	Diagrama de Pareto.....	47

3.4. Simulación del proceso actual.....	49
4. PROPUESTA DE MEJORA.....	51
4.1. ¿Cómo optimizar en el proceso de aprovechamiento?	52
4.1.1. Implementación de proceso de selección de proveedores	52
4.1.2. Selección de nuevo tractor en el proceso de transporte.....	54
4.1.3. Selección de proveedor grúa para la actividad de cargar camión	55
4.2. Balanceo de línea con los nuevos proveedores contratados.....	57
4.3. Propuesta de valor agregado por actividad.....	58
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	60
5.1. Balanceo de línea de aprovechamiento.....	60
5.1.1. Estudio económico, facturación total	60
5.1.2. Costos de la situación actual de la empresa	62
5.1.3. Análisis de costo - beneficio	67
5.2. Análisis entre situación actual y propuestas	73
5.2.1. Costos en aprovechamiento	73
5.2.2. Comparación económica entre propuestas	76
5.2.3. Capacidad de aprovechamiento volumétrica.....	77
5.2.4. Punto de equilibrio entre costo por metro cúbico – número de personas contratadas.....	78
5.3. VSM propuesto	79
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
6.1. Conclusiones.....	80
6.2. Recomendaciones.....	81

REFERENCIAS 82

ANEXOS 85

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La industria maderera del Ecuador es un sector de actividad industrial muy amplia que va desde Aserraderos; fábricas de contrachapado; fábricas de aglomerados y MDF y; fábrica de astillas. Mientras que la manufactura de la transformación secundaria de la madera es la que procesa los productos provenientes de la fabricación primaria que son usados en las áreas de la construcción, industria de muebles y en la fabricación de pallets, puertas, pisos, etcétera.

La materia prima para la industria maderera del Ecuador proviene de plantaciones propias de los grupos industriales y/o de fincas de terceras personas.

“En el Ecuador no existen datos precisos sobre la industria maderera, sin embargo, se estima que existen 12 grandes empresas, 100 empresas medias, 500 empresa pequeñas y 50.000 micro empresas relacionadas con el procesamiento de la madera. Además, el sector forestal, maderero y muebles, genera alrededor de 200.000 plazas de trabajo directo y 100.000 puestos adicionales indirectos.” (Global Consult, 2007, p. 11).

El suministro de madera resulta difícil para los proveedores de servicio de madera, debido a que existe gran número de empresas con el mismo modelo de negocio y por consiguiente da un gran poder de negociación a los clientes.

La empresa que va analizarse en esta investigación es una microempresa que presta servicios de: explotación de bosques (nativos y plantaciones) y transporte del producto. La pequeña firma se encuentra ubicada en la Ciudad de Quevedo, Provincia de Los Ríos y opera con 2 empleados administrativos y 2 empleados en el área operativa, no cuenta con maquinaria forestal, sin embargo, la entidad subcontrata a trabajadores y/o maquinaria forestal dependiendo de la cantidad de madera que necesita procesar para el aprovechamiento de los bosques.

La firma trabaja con bosques de madera tropical en donde se encuentran variedades como, por ejemplo: teca, pachaco, laurel, marañón, melinas y entre otras, el tipo de madera que se va explotar depende del cliente. Los bosques plantados de estos tipos de madera en su mayoría están en las provincias de: Los Ríos, Esmeraldas, Manabí, Santo Domingo y el Oro.

La organización tiene capacidad para procesar y entregar madera a sus clientes entre 250 a 300 metros cúbicos por semana. Los principales clientes son: 1. Empresa de Contrachapado-laminado: Endesa, se encuentra ubicado en Quito. Botrosa, se encuentra ubicado en Quinindé. Codesa, se encuentra ubicado en Esmeraldas 2. Empresa de Aglomerados: Novopan se encuentra ubicado en Pifo. Aglomerados Cotopaxi, se encuentra ubicada en Lasso, Provincia de Cotopaxi. 3. Empresa de astillas: Expoforetal que se encuentra ubicado en Esmeraldas. Además existe empresas especializadas que solo procesan maderas específicas como por ejemplo: industrias de balsa que utilizan árboles específicos de balsa y pequeños clientes como aserraderos, carpintería que utilizan pequeñas cantidades de recurso forestal para proyectos arquitectónicos en edificaciones como (pérgolas, escaleras, bigas, pisos personalizados, etc.), del mismo modo existen clientes que exportan a India y China que requieren de servicio de explotación madera en bruto (sin procesar).

Además, la organización puede realizar avalúos y estimaciones de plantaciones, raleos, troceados, asesoramiento en bosques y asesoramiento legales (ya que toda la industria maderera está controlada por el Ministerio de Agricultura).

1.2. Alcance

El alcance de esta investigación es una propuesta de optimización de la cadena de valor para el proceso de cosecha de una plantación maderera donde incluyen las operaciones de: cortar, transportar, trocear, cargar y despachar. Los procesos mencionados van analizarse y si es posible se proponen oportunidades de mejora.

1.3. Justificación

Se va investigar y proponer mejoras de la cadena de valor en el marco proceso de cosecha hasta el despacho del camión lleno de madera. Esta investigación se justifica porque el negocio de la provisión de madera es muy variado y competitivo entre microempresas, es por eso que se busca plantear un estudio de la cadena de aprovechamiento para mejorar los ingresos por cada metro cúbico aprovechado.

Igualmente, la gran industria que compra de los servicios ajusta los precios de las maderas de acuerdo a su situación dentro del mercado otorgando apretados beneficios. Las destrezas aprendidas en la Universidad se utilizarán para mejorar los costos de operación de modo que sea posible proponer mejoras de los ingresos.

Además, el país disfruta de una importante capacidad agrícola en plantaciones de maderas tropicales con gran cabida a la exportación y un crecimiento sostenible dando mayores oportunidades a aprovechamientos.

La madera es un recurso natural y renovable que con la suficiente planeación se puede crear una cadena de producción responsable en el ámbito ambiental y social. Este proyecto también tiene la finalidad de comunicar a los lectores sobre los procedimientos generales, operacionales y legales de una industria de árboles que se encuentra generalizada con mala reputación dentro del Ecuador.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Optimizar la cadena de valor en el proceso de cosecha de una plantación de tipo Pachaco en una microempresa ubicada en Quevedo.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Realizar un estudio y levantamiento de información de los flujos de procesos e identificar los problemas de la empresa utilizando herramientas análisis de

valor agregado, levantamiento de tiempos y movimientos, VSM, diagrama de Pareto, diagrama causa – efecto.

- b) Diseñar propuestas de mejoras de la cadena de abastecimiento realizando un balanceo de línea.
- c) Analizar los resultados de la propuesta de mejora y validar los datos por medio de una simulación y un análisis económico.

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describe los términos y herramientas técnicas que se usan dentro de este proyecto.

2.1. Aglomerados

Son planchas, placas y tableros con medidas y grosores estandarizados, hecho por un proceso de mezclas entre pequeñas partículas de madera con resinas especiales y por intermedio de presión y temperaturas controladas se unen haciendo un tablero con características mecánicas y físicas únicas. Los tableros tipo aglomerado se utiliza en aplicaciones en el área de construcción, arquitectura y muebles de madera. Este tipo de producto es más barato que la madera natural de las mismas dimensiones. Este tipo de tableros se dividen en: MDF, OSB, MDP, los procesos de fabricación son similares (Global Consult, 2007, p. 22 y 125).

2.2. Contrachapado

Son planchas, tableros y placas con medidas y grosores estandarizados, que está compuestas de chapas de madera sobrepuestas en capas perpendicular entre ellas, este método de fabricación suministra mayor resistencia mecánica que la madera sólida de igual superficie y grosor, generalmente se utiliza este tipo de producto en el área de construcciones y en la fabricación de muebles. También es conocida como madera tríplex (Global Consult, 2007, p. 22 y 125).

2.3. Aserradero

Son instalaciones donde se procesa la madera bruta a madera aserrada (dimensiones definidas, sin corteza, sin ramas, etcétera.), existen dos tipos: instalaciones fijas y móviles (Global Consult, 2007, p. 125).

2.4. Astillas

Es el fragmento de madera que se produce cuando se rompe violentamente, tiene forma y tamaño irregular (Global Consult, 2007, p. 125).

2.5. Industria forestal primaria

Son industrias que realizan el primer proceso de transformación a la madera, es decir, el tronco se transforma en: bigas, contrachapado, aglomerados, chapas, MDF, tablones, etcétera, para ser utilizadas por la industria secundaria. (Global Consult, 2007, p. 22 y 125).

2.6. Industria forestal secundaria

Son industrias que procesan productos provenientes de la industria primaria y se transforma en cualquier otro elemento hecho de madera. Por ejemplo: muebles, puertas, pisos, escritorios, etcétera (Global Consult, 2007, p. 24 y 125).

2.7. Plantación forestal

Es las siembras controladas de árboles de una o más especies con fines industriales (Global Consult, 2007, p. 126).

2.8. Bosques nativos

Son ecosistemas de seres vivos (árboles, animales, insectos, etc.) establecidos no entrópicamente.

2.9. Raleo

Consiste en cortar los árboles rezagados o con un crecimiento amorfo o menor a lo establecido, dando más espacio a otros sotos para mejorar su desarrollo, este corte se realiza de forma planificada y varía a cada tipo de árboles, generalmente se realiza cada 6 años en el caso del árbol tipo Pachaco, la

finalidad del raleo es mejorar la calidad de crecimiento las plantaciones, tanto en altura como en diámetro. Para hacer un raleo se necesita tener licencia de aprovechamiento (Asoteca, 2013). Ver figura 1.

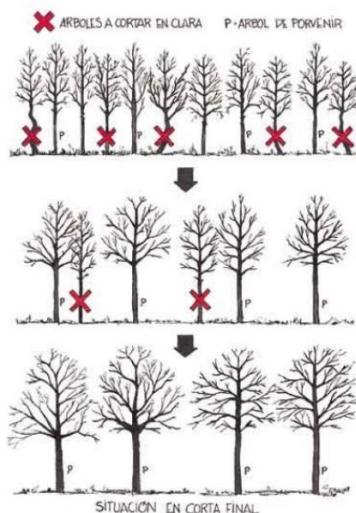


Figura 1. Demostración de raleo.

Tomado de: (Olaya, f.s.)

2.10. Podas

Es una técnica de manejo de las ramas con la finalidad de minimizar el tamaño de los troncos laterales o ramas y aumentar el volumen en altura. Para realizar una poda no se necesita de licencia forestal, pero si se realiza el transporte de los residuos se necesita de una guía de circulación (Asoteca, 2013).

2.11. Troceado

Consiste en cortar en tronco en trozas perpendicular al eje central o núcleo del árbol con medidas estandarizadas dichas por lo clientes, generalmente entre 2.60 metros o 1.30 metros de largo.

2.12. Documentos legales

2.12.1. Licencia de aprovechamiento forestal

“La licencia de aprovechamiento forestal es la autorización que permite el aprovechamiento de plantaciones forestales comerciales, en base a un

programa de corta aprobado” (MAGAP, 2014, art. 12), en otras palabras, es único documento que autoriza la corta de árboles de plantaciones forestales dentro del territorio Ecuatoriano, este documento se encuentra bajo la administración del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y en caso de explotación de bosques nativos se tramita en el Ministerio de Ambiente (MIA).

Los requisitos generales para tramitar un permiso de aprovechamiento forestal son: información de la ubicación del área de trabajo (deben ser generadas por coordenadas mediante GPS), censo forestal con volumen total de madera en pie o que se va aprovechar, el o los tipos de especies que se van aprovechar, un documento firmado por el propietario de los árboles autorizando la ejecución de programa y por último un croquis de la ubicación.

Después se debe acudir a la cede provincial del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca para presentar toda la información y solicitar una inspección de un funcionario que comprueba el registro de árboles previamente presentada y verificará si la información es correcta. Una vez comprobada por el MAGAP, se emite la licencia de aprovechamiento y que tiene vigencia de 1 año, se proporciona al dueño de la licencia un código y usuario que permite el ingreso al sistema informático para la administración y control forestal (SAF) donde podrá ver la trazabilidad y el manejo de la Licencia y Aprovechamiento Forestal (Asoteca, 2013).

Las Licencia de Aprovechamiento Forestal será emitida a nombre del propietario del predio, y contendrá los siguientes datos:

- a) Código y número de la Licencia de Aprovechamiento Forestal;
- b) Nombres y apellidos completos del propietario del área, el cual se constituye en el beneficiario de la Licencia;
- c) Ubicación del predio y linderos;
- d) Número de programa aprobado sobre la cual se sustenta la Licencia;
- e) Especie y volumen en madera en pie autorizado para el aprovechamiento;

- f) Plazo de duración de la Licencia;
- g) Lugar y fecha de emisión;
- h) Firma del técnico forestal responsable de la entrega de la Licencia

(MAGAP, 2014, art. 14).

Ejemplo en anexo 6.

2.12.2. Guías de circulación forestal

“Las guías de circulación es el documento mediante el cual se ampara la movilización legal de madera provenientes de plantaciones forestales comerciales, desde el sitio de origen hasta el sitio de destino en todo el territorio nacional...” (MAGAP, 2014, art. 23), las guías son emitidas en el sistema de aprovechamiento forestal (SAF) y son controladas por el funcionario que hace la inspección del bosque, cabe mencionar que las guías de transporte se habilitan con la aprobación de Licencia de Aprovechamiento. Según el gerente las guías tienen validez de un viaje con un tiempo determinado, dependiendo el destino (máximo 72 horas de validez). El control de las guías la realiza la Policía Nacional del Ecuador con su división forestal y existen puntos de agro calidad en las carreteras donde el transportista debe presentar las guías de circulación.

La información que contiene la guía de circulación forestal es la siguiente:

- a) Nombre de la oficina que emite el documento, cuando proceda;
- b) Código y número de la licencia de aprovechamiento forestal;
- c) Código y número del programa de corta aprobado;
- d) Lugar, fecha, nombre y firma del funcionario responsable que emite o de la persona que genera la emisión del documento, cuando corresponda;
- e) Códigos o número de la guía de circulación, según corresponda;
- f) Nombre y apellidos del beneficiario de la licencia o delegado, cuando corresponda;
- g) Procedencia del producto y destino final;

- h) Nombre del receptor final, RUC, razón social y dirección, cuando aplique;
- i) Tiempo de validez, indicando en palabras y en números, cuando corresponda;
- j) Inicio del tiempo de validez de la guía, fecha y hora;
- k) Especificación del volumen del producto por especie;
- l) Placa, color, marca y tipo de vehículo;

(MAGAP, 2014, art. 25)

Ejemplo en anexo 7.

2.12.3. Guías de remisión

Es un documento autorizado por el Servicio de Rentas Internas (SRI), que “tiene como finalidad sustentar el traslado de mercaderías por cualquier motivo dentro del país” (SRI, 2010, art. 27).

Las guías de remisión son emitidas por el SRI y contiene información de la fecha de traslado (inicio y terminación del traslado), dirección del traslado (origen y final del traslado), descripción de la mercadería y de razón del traslado, información del vehículo, identificación del conductor que transporta la mercadería, volumen o cantidad de la mercadería trasladada, entre otros (SRI, 2010, art. 27).

2.13. Ficha técnica de Pachaco

La madera de Pachaco es la madera que se va utilizar en este proyecto.

- **Generalidades**

El árbol de pachaco es una variedad de la familia: Caesalpinaceae, su nombre científico: *Schizolobium Parahybum*, y su nombre común en Ecuador: Pachaco. La especie se encuentra en toda la costa ecuatoriana mayormente en la zona de Quevedo, Quinindé y otras localidades en calidad de especie introducida, naturalmente se encuentra en la región amazónica u oriente (Vinueza, 2012).



Figura 2. Tallo del árbol de Pachaco.

- **Descripción botánica.**

Tronco recto y cilíndrico con pocas deformaciones. Copa esparcida cuando está en buenos escenarios de suelo y estrecha cuando hay restricciones de suelo y meteorología. Raíz con aletas bajas (que no se ven). Corteza de color blanquecino y liso. Hojas compuestas, bipinnadas y caducas. Flores rectos de forma de ramillete de treinta centímetros y de colores amarillentos, en tiempo de florecimiento son visibles de larga distancia. Frutos vainas aplanados. Tamaño de las semillas es de dos centímetros de longitud (Vinueza, 2012).

- **Requerimientos Climáticos**

Temperatura: 22 – 27 °C

Precipitación: 1200 – 2500 milímetros de lluvia al año

Altitud: 150 – 1500 metros sobre el nivel del mar

- **Requerimientos edáficos**

Requiere suelos nutritivos, aluviales, húmedos, bien drenados, soportar suelos ácidos que tienden a neutros. Árbol heliófito es decir no soporta sombra, es vulnerable a ataques de hongos y terminas cuando se encuentran bosques

plantando, no resiste suelos superficiales, arenosos y secos o inundados (Vinueza, 2012).

- **Descripción silvicultura y manejo de la especie**

Se reproduce en viveros únicamente por medio de semilla.

Para conseguir un 85% de germinación se debe hacer un procedimiento pre-germinativo, en donde la semilla es escarificada en el lado donde se localiza el embrión, luego realizar una inmersión en agua fría durante la noche o agua hirviendo durante 5 minutos (Vinueza, 2012).

La reproducción vegetativa se realiza por medio de estacas obtenidas de ramas jóvenes, con diámetro entre dos centímetros y largo de cuarenta centímetros (Vinueza, 2012).

- **Plantación**

Los espacios recomendados entre plantas son de 4 X 4 y 5 X 5 metros, se puede establecer menores áreas de desarrollo, pero implica mayor frecuencia de raleos (Vinueza, 2012).

- **Crecimiento**

El crecimiento del árbol de Pachaco es parecido a una función sigmoidea, representado en la figura 3. El crecimiento máximo del árbol es 18 años, después sigue la etapa de senectud donde su crecimiento es mínimo. La altura media es de 20 metros y diámetro medio de 50 centímetros (Vinueza, 2012).

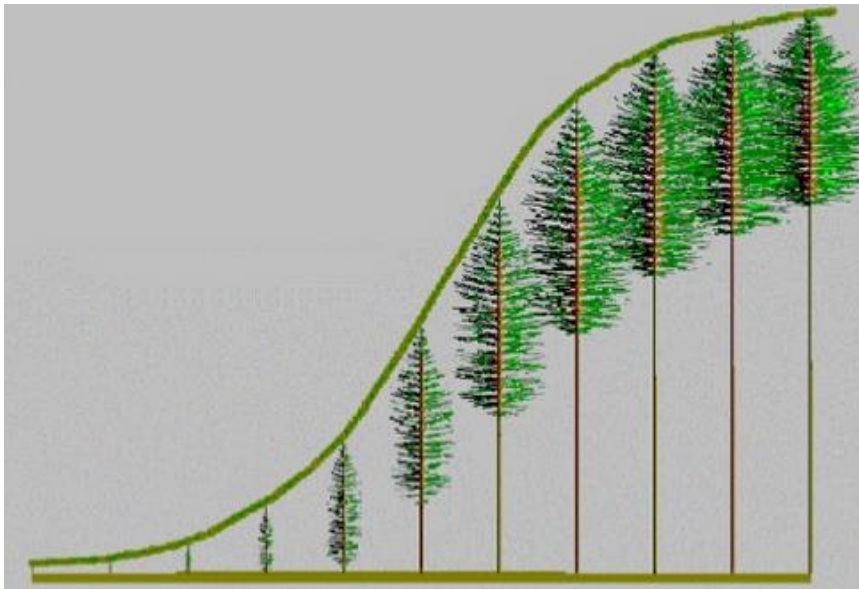


Figura 3. Representación de incremento de masa forestal.

Tomado de: (Olaya, s.f.)

- **Rotación del árbol**

Turno estimado: 6 – 8 años para producción de pulpa de madera.

Turno estimado para raleo en plantaciones: 5 – 6 años el primer raleo (no utilizable), 10 – 12 años segundo raleo (se utiliza para hacer madera de partícula o aserrín, y 16 – 18 años cosecha final o aserrío (Vinueza, 2012).

- **Riesgos o peligros**

Es un árbol sensible a las malezas, no soporta sombra y tiene poca resistencia al ataque de hongos y terminas (Vinueza, 2012).

- **Propiedades de la madera**

Color: Blanco amarillento con transición hacia el centro marrón muy pálido.

Veteado: Tersa y brillante con bandas largas poco ceñido

Textura: Gruesa a media

Olor y sabor: ausente

Densidad 0.41 g/cm³

Durabilidad: es débil ante hongos e insectos, no es recomendado para uso en exteriores, moderada durabilidad natural, dispuesta a pudrición y ataques de ineptos y termitas

Trabajabilidad: El secado sin riesgo a complicaciones, leve riesgo a deformaciones, rajaduras y colapso. Difícil trabajar con maquinarias por su textura gruesa. Difícil fijar clavos y tornillos. Cepillado con cuchilla de ángulos 20° a 30° es buena. Lijado usando grano 100 es excelente (Vinuesa, 2012).

- **Calculo de volumen árbol en pie de Pachaco**

Para calcular el volumen del árbol Pachaco en pie, primero se necesita calcular el diámetro del tallo a la altura de pecho (DAP)

$$DAP = \frac{p}{\pi}$$

(Ecuación 1)

Donde:

DAP = Es el diámetro a la altura de pecho

p = Perímetro o circunferencia en centímetros a altura de pecho CAP, representado en imagen 4.

π = Pi, constante matemáticas que es igual 3,1416

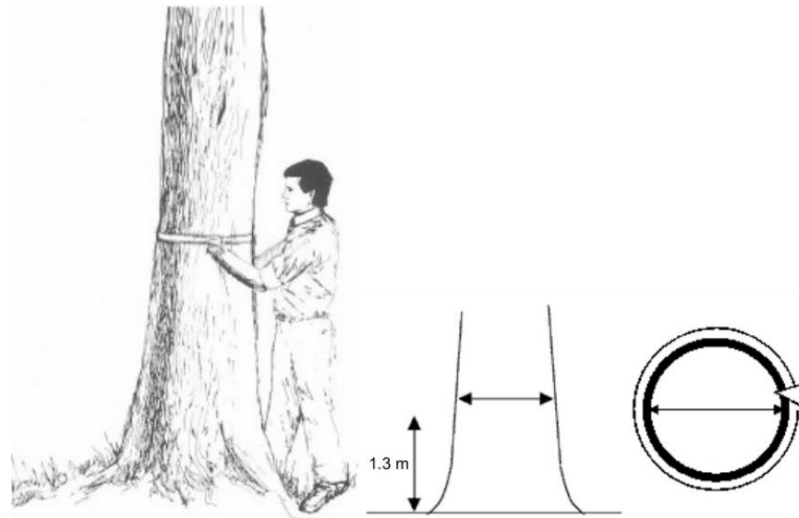


Figura 4. Diámetro a la altura del pecho DAP.

Adaptada de: (Olaya, s.f.)

La altura de pecho ronda entre 1.3 metros desde el suelo, la altura puede variar de acuerdo a la uniformidad en la parte baja del tallo, ver figura 5. El objetivo es obtener el dato más real del volumen de tallo.

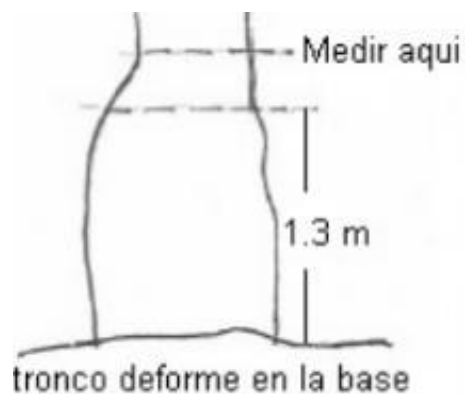


Figura 5. Regla de medición del Dap.

Tomado de: (Olaya, s.f.)

Después, reemplazar en la siguiente fórmula matemática

$$V = DAP^2 * \frac{\pi}{4} * Hc * Fm$$

(Ecuación 2)

Donde:

V = Volumen del árbol en metros cúbicos [m^3]

π = Pi, constante matemáticas que es igual 3,1416

Hc = Altura comercial, se aprecia en la figura 6, depende de la simetría cada árbol

Fm = Factor morfológico, constante 0,70 que corresponde al árbol de pachaco

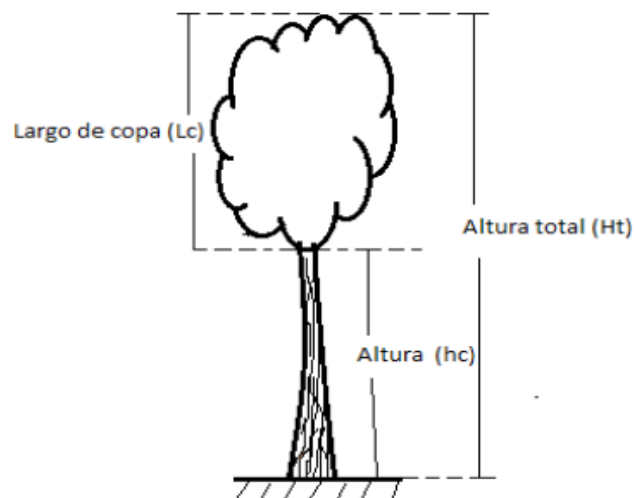


Figura 6. Medición de las diferentes alturas de los árboles.

Tomado de: (Pérez, Ríos, & Reyes, 2017)

Factor morfológico es una constante que varía de acuerdo a cada especie, es una penalización de la forma del árbol. El factor morfológico del Pachaco es 0,70.

Factor morfológico o forma se obtiene por medio de la siguiente formula:

$$Fm = \frac{d_s}{d_i}$$

(Ecuación 3)

d_s = Diámetro superior de altura comercial

d_i = Diámetro inferior de altura comercial

El MAGAP utiliza la constante de 0,7 que está incluida en el art. 10 del Instructivo que regula la elaboración, aprobación y ejecución de los programas corta, las licencias de aprovechamiento forestal y las guías de circulación de plantaciones forestales comerciales.

2.14. Herramientas utilizadas

2.14.1. Gestión por procesos

La gestión por procesos es un conjunto de procesos interrelacionados que agregan valor a un bien o un servicio. Aseguran que todos los procesos de una institución se desarrollen de forma coordinada satisfaciendo a las partes interesadas.

En el capítulo 4.4.1 de la norma técnica ISO 9001, dice que la gestión por procesos la organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de calidad, incluyendo los procesos necesarios y sus interacciones (NTC ISO 9001, 2015, p. 3). El objetivo de la gestión por proceso es buscar sistematizar e integrar todas las operaciones, departamentos y jerarquías a una determinada finalidad de la empresa.

2.14.2. ¿Qué es un proceso?

Proceso se puede definir como: conjunto de actividades que se requieren para manejar y/o dirigir una organización; que convierte los insumos (*inputs*) en productos (*outputs*) de mayor valor o servicio para el cliente (Pardo Álvarez, 2017).

Los procesos tienen una jerarquía y se dividen en: macro procesos, procesos, sub procesos, actividades y tareas, cada uno puede ser diferenciado de acuerdo:

al tamaño, actividad que realiza, límites geográficos, entre otros (Pardo Álvarez, 2017).

2.14.3. Diagrama de flujo

Es una representación pictográfica de las gestiones de un proceso que determinan cómo son realmente las relaciones entre procesos (*inputs y outputs*). Los diagramas de flujo pueden representar el flujo de un producto, servicio, información o combinación de los tres. También su uso facilita para evidenciar algunos problemas entre procesos (Pardo Álvarez, 2017).

2.14.4. Diagrama de espagueti

Es un mapa escalado que representa los movimientos de los materiales, personas o la información por todas las fases de producción o servicio que ayuda a entender todo el flujo del proceso (Lean Six Sigma Institute, S.C, 2014, p. 239). El método demuestra de forma explícita los movimientos transporte dentro de una planta o área de trabajo.

2.14.5. Manufactura esbelta *lean*

Es un conjunto de herramientas que tiene la filosofía de administración de las operaciones y trata de hacer más con menos como por ejemplo menos recursos y en menos tiempo en un producto o servicio con la misma calidad, costo y tiempo de entrega. La filosofía *Lean* mejora la motivación de equipos de trabajo, flexibles las operaciones y siempre aplicando una mejora continua dentro de la organización (Lean Six Sigma Institute, S.C, 2014, p. 11).

Ataca básicamente a 3 limitantes de la producción: 1) Sobrecargar, a personas y máquinas; 2) Variabilidad, se refiere a los ritmos dispares de producción y; 3) Desperdicios, de: tiempos, movimientos e inventarios (Lean Six Sigma Institute, S.C, 2014, p. 13).

Herramientas más utilizadas *LEAN*:

- Equipos Kaizen
- Estrategias Hoshin Kanri

- *Lean Accounting*
- 5 eses (5 S)
- AMEF
- *Value stream map* (VSM) o mapa de valor
- Kanban
- Mantenimiento productivo total
- Entre otras más

(*Lean Six Sigma Institute*, S.C, 2014, p. 22).

2.14.6. Value stream map (VSM)

Los mapas de valor, también conocidos por las siglas en inglés VSM (*Value Stream Map*) es una herramienta que permite entender el flujo de actividades que agregan valor a los procesos, es utilizada como herramienta de diagnósticos inicial en una organización para la toma de decisiones.

En el VSM se establece mediante un gráfico en un solo documento que facilita el entendimiento, se puede observar y razonar el flujo de información y materiales, detectar áreas de oportunidad, reconocer formas de desperdicio y conocimiento detallado del proceso (tiempos, inventario) (*Lean Six Sigma Institute*, S.C, 2014, p. 195).

- **Simbología del VSM**

Para establecer un VSM se dispone de un sistema formal de símbolos que cumple con la función de representar en un papel los procesos en sistema productivo de manera directa de un lenguaje visual comprendida en forma universal (Rajedell Carreras & Sánchez García, 2010, p. 40). Se representan en las siguientes figuras 7 y 8.

Simbolos del Flujo de Materiales	 Operación de Valor Añadido	 Operación de Control	 1000 piezas 1.3 días Material Parado	 Movimiento de Materiales Empujado					
 Movimiento de Material Tirado	<table border="1" data-bbox="719 450 831 562"> <tr><td>T/C: 65 seg.</td></tr> <tr><td>C/S: 400 seg.</td></tr> <tr><td>2 Turnos</td></tr> <tr><td>OEE: 60%</td></tr> </table> Datos de Proceso	T/C: 65 seg.	C/S: 400 seg.	2 Turnos	OEE: 60%	<table border="1" data-bbox="879 450 991 517"> <tr><td>móx. 30 Piezas</td></tr> <tr><td>—FIFO—</td></tr> </table> Flujo de Materiales en Secuencia	móx. 30 Piezas	—FIFO—	 Localizaciones Externas
T/C: 65 seg.									
C/S: 400 seg.									
2 Turnos									
OEE: 60%									
móx. 30 Piezas									
—FIFO—									
 Transporte por Camión	 Transporte interno	 Supermercado							

Figura 7. Simbología de flujo de materiales.

Tomado de: (Rajedell Carreras & Sánchez García, 2010, p. 40)

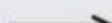









Simbolos del Flujo de Información	 Flujo de Información Manual	 Flujo de Información Electrónico	 Plan de Producción	 Caja de Nivelado
 Kanban de Lote de Producción	 Kanban de Movimiento	 Kanban de Producción	 Movimiento de Kanban en Lote	
 Secuenciador	 Ajustes "Informales" del Plan de Producción			

Figura 8. Simbología de flujo de información.

Tomado de: (Rajedell Carreras & Sánchez García, 2010, p. 40).

En la siguiente imagen se observa un ejemplo de un VSM.

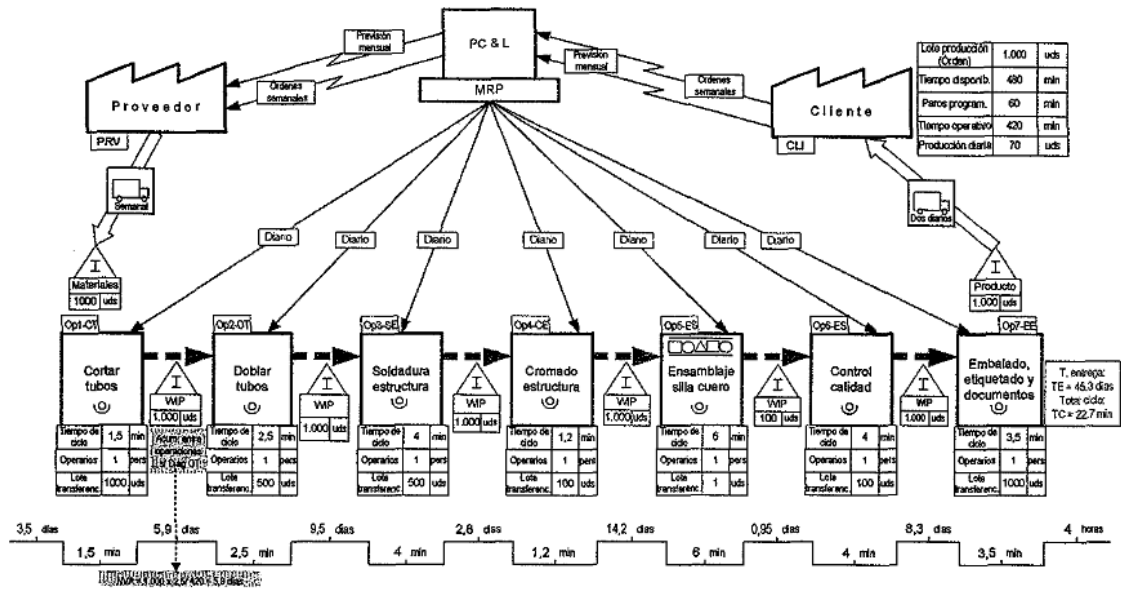


Figura 9. Ejemplo de VSM.

Tomado de (Cuatrecasas, 2010, p. 352).

- **TACK TIME**

“Se define como el ritmo de salida (*output*) de un producto” (de Arbulo López, 2007, p. 49), es importante desarrollarlo para hacer un VSM. Su fórmula es:

$$TACK TIME = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda}}$$

(Ecuación 4)

El tiempo disponible, es el tiempo de trabajo restando cualquier periodo que no se dedique al trabajo (almuerzos, paras).

Demanda, es la velocidad de compra del cliente o proveedores por jornada de trabajo.

2.14.7. Análisis de causas

2.14.7.1. Diagrama causa – efecto

Es un diagrama con la finalidad de identificar las características que afecta directamente a un problema (efecto) o calidad clasificando por orden de importancia. Se utilizan 5 grandes categorías, ver figura 10, configurado en el diagrama, aunque el diagrama está abierto a incluir causas que se necesiten de acuerdo al efecto (Pérez Marqués, 2010, p. 12).

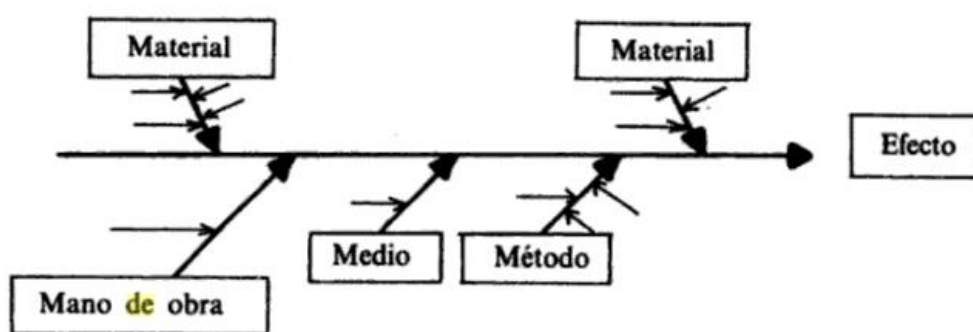


Figura 10. Representación de diagrama de causa - efecto.

Tomado de (Lyonnet, 1989, p. 132).

2.14.7.2. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es un método gráfico que consiste en identificar y clasificar por orden de la incidencia los problemas identificados y priorizar su intervención, el principio de Pareto dice “concentrar los esfuerzos en los aspectos más importantes y rentables del problema analizado” (Galgano, 1995, p. 125).

Lo más importante para que el diagrama sea funcional, es decidir cómo clasificar y el levantar la información de datos.

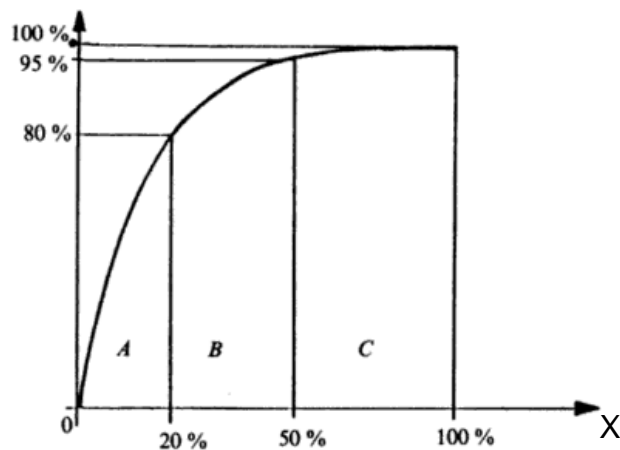


Figura 11. Representación de diagrama de Pareto.

Tomado de: (Lyonnet, 1989, p. 134).

En análisis de la figura anterior, el principio dice que corrigiendo el 20% de los defectos o problemas (plano X) que afectan al 80% (plano Y) de las quejas, desperdicios etcétera.

2.14.8. Método de ponderación de factores

Este método se utiliza para escoger una opción entre varias posibles, es sencillo su aplicación, abarca prácticamente todos los campos, tales como selección de: personal, proveedores, equipos, localización, etcétera (López Fernández, 2010).

El procedimiento para realizar el Método de Ponderación de Factores es:

- a) Listar los factores;
- b) Asignar a los factores peso relativo en porcentajes, entre más peso (ponderación) tenga el factor, mas crítico o importante será;
- c) Calificar individualmente a cada una de las alternativas en estudio. De 1 a 5, siendo 1 la de mayor penalidad o menos satisfactoria y 5 como satisfactoria;
- d) Multiplicar ponderación por la calificación correspondiente;
- e) Sumar todas todos los productos de la alternativa;
- f) Seleccionar la alternativa de mayor suma.

Tabla 1.

Ejemplo de tabla de método de ponderación de factores.

Factores	Ponderación [p]	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Calificación [c]	p*c	Calificación [c]	p*c	Calificación [c]	p*c
Costo	32%	5	1,6	3	0,96	1	0,32
Capacidad de levatamiento	1%	4	0,04	2	0,02	3	0,03
Disponibilidad	25%	3	0,75	1	0,25	2	0,5
Capacidad de operadores	11%	2	0,22	5	0,55	4	0,44
Mantenimiento	9%	1	0,09	3	0,27	5	0,45
Ubicación	15%	2	0,3	1	0,15	3	0,45
TOTAL	93%		3		2,2		2,19

En la tabla anterior, se puede apreciar cómo funciona y las penalidades de las ponderaciones, es un método es muy flexible a las necesidades de cada caso ya que puede modificarse la ponderación.

2.14.9. Análisis de valor de los procesos

El análisis de valor hace posible identificar las actividades que carecen de valor agregado en el proceso y que solo aumentan los plazos y costos de funcionamiento. Su utilidad razona en términos de generación de valor para el cliente (Gillet-Goinard & Seno, 2014, p. 87).

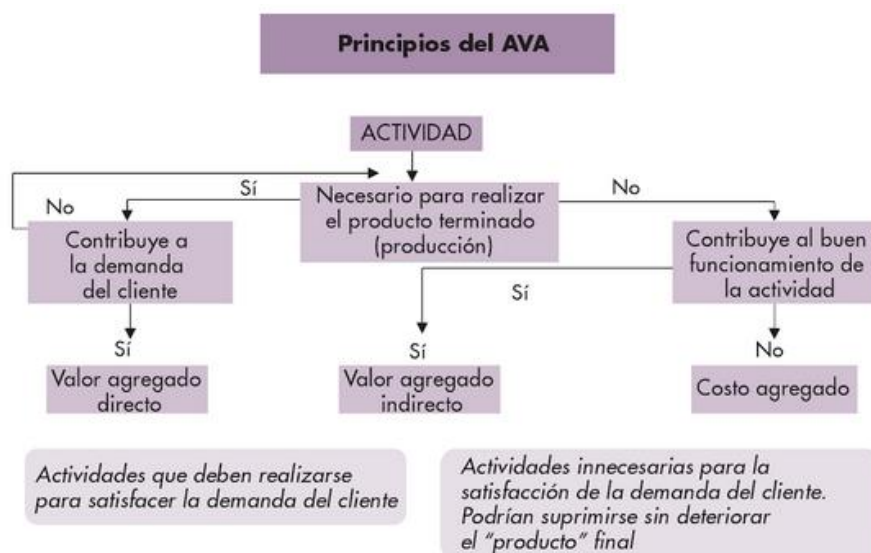


Figura 12. Principios fundamentales del análisis de valor

Tomado de (Gillet-Goinard & Seno, 2014, p. 86).

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1. Descripción de la empresa

Es una microempresa ecuatoriana que brinda servicio de aprovechamiento de maderas tropicales que opera en toda la región costa del Ecuador, la oficina se encuentra ubicada en la ciudad Quevedo, provincia de Los Ríos. La compañía opera con 2 personas en el área administrativa y 2 en el área operativa, cabe recalcar que la empresa no cuenta con maquinaria forestal, sin embargo, subcontrata trabajadores y/o maquinaria forestal dependiendo de la cantidad de volumen que necesita procesar para la explotación del o los bosques.

La organización puede trabajar con los siguientes tipos de madera:

- Pachacho
- Melina
- Marañón
- Laurel
- Teca

En la siguiente figura, se muestra el porcentaje de volumen procesado por la empresa de estudio en el año 2016.

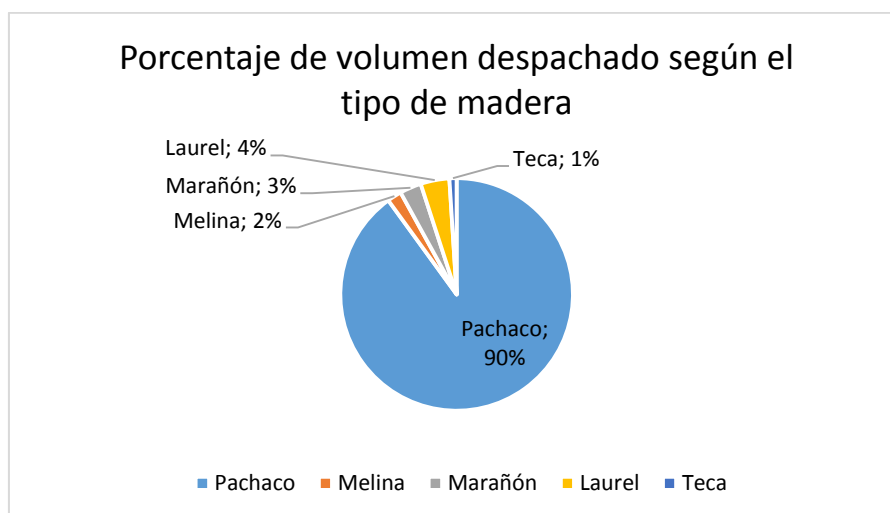


Figura 13. Porcentajes de madera procesada según tipos madera de la empresa

Los tipos de madera pachacho, melina y marañón son consumidos para la fabricación de tableros contrachapados y aglomerados, son distribuidos en el mercado nacional e internacional. La madera de laurel es más utilizada para fabricación de tablero decorativo. La madera de teca se utiliza como madera de exportación ya que es muy poco utilizada dentro del país por su alto costo.

Sin embargo, en este proyecto solo estudiaremos la madera de tipo Pachacho porque es el producto más solicitado por las compañías manufactureras y es muy demandado en el mercado internacional por sus características de color y propiedades físicas – mecánicas.

La firma puede procesar alrededor de 250 metros cúbicos a 300 metros cúbicos por semana, es decir alrededor de 150 a 200 árboles a la semana.

En la siguiente tabla se aprecia los porcentajes de ventas a los diferentes clientes de la empresa:

Tabla 2.

Porcentaje de ventas a los diferentes clientes.

Cientes	Porcentaje de ventas de madera de Pachaco por cliente
E-B	80 %
BA	10 %
CO	10 %

Según el gerente de la organización, el cliente “E-B” se vende el 80% de la madera procesada, porque recibe diámetros de tallo superior a 20 centímetros con un atractivo precio de compra, además tienen centros de acopio estratégicamente ubicados que beneficia con un menor costo de transporte. La empresa “BA” su fábrica se encuentra en la misma provincia de Los Ríos, pero solo recibe madera de pachaco entre 20 a 40 centímetro de diámetro de tallo. Y la empresa “CO” es la más distante de la zona común de aprovechamiento, recibe todos los diámetros mayores a 20 centímetros.

3.2. Levantamiento de procesos

El alcance del proyecto abarca todo el servicio de aprovechamiento o cosecha de madera de Pachaco.

La finalidad de hacer el levantamiento de procesos es para conocer la situación actual y actividades que realizan con sus respectivos tiempos.

Primero se menciona al macro proceso de compra con la finalidad difundir al lector los procedimientos legales y el cálculo del volumen de un bosque en píe.

3.2.1. Macro proceso de compra

En el proceso de compra, se realiza las operaciones de: buscar, analizar, evaluar, negociar y legalizar la compra de los bosques, antes de su aprovechamiento. Todo el proceso de compra tiene aproximadamente una duración de 100 días desde que el comisionista presenta el bosque a la empresa hasta que todos los documentos se encuentran en regla para comenzar el proceso de aprovechamiento. En la siguiente figura se detalla gráficamente todo el proceso de compra. Para mayor tamaño de la figura ir al anexo 8.

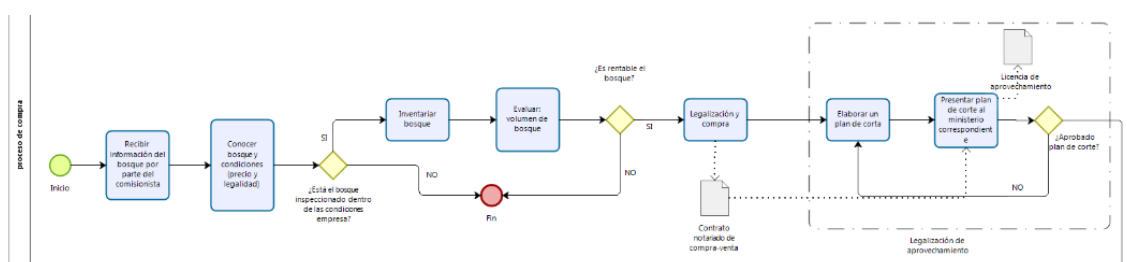


Figura 14. Representación del proceso.

La primera operación se detalla a continuación:

3.2.1.1. Recibir información del bosque por parte del comisionista.

Recibir información del bosque por parte del comisionista, consiste en personas que se dedican a buscar bosques, propiedades y/o plantaciones, se encarga de realizar las conexiones de comunicación entre las empresas especializadas en

aprovechamiento y el agricultor dueño de la propiedad a cambio del cobro de una comisión por cada metro cúbico cosechado.

La comisión que cobra el intermediario ronda desde 1 dólares hasta 5 dólares por el metro cúbico que se explota, la información suministrada por corredor es:

- Ubicación de la propiedad;
- Volumen, árboles en pie o las hectáreas del aprovechamiento (aproximadamente);
- Tipo de madera y edad;
- Precio de los árboles y;
- las condiciones del terreno.

La primera comunicación se realiza por vía telefónica, posteriormente se delega al supervisor de la empresa para que realice una primera inspección junto al comisionista que conoce la ubicación y al dueño de la propiedad.

3.2.1.2. Conocer bosque y condiciones (precio y legalidad)

En esta operación se busca conocer las características de volumen y condiciones del bosque, la actividad es realizada por el supervisor, es decir se ejecuta un registro general del bosque, propiedad y legalidad.

Primero se efectúa contacto con el dueño de los árboles, se indaga sobre: el terreno, precios, años de la plantación, papeles del terreno y plantaciones, y condiciones para trabajar.

Segundo, se solicita al dueño la autorización para realizar un reconocimiento superficial y físico de las plantaciones. En esta inspección se desarrolla un muestreo aleatorio del 20% de los árboles que van hacer comprados, dicho muestreo se registran las siguientes medidas:

- DAP,
- Altura del tallo o altura comercial,
- Uniformidad del árbol.

También se analiza las condiciones del terreno, accesos y área para trabajar. Esta inspección no debe durar más de un día de trabajo y según el gerente, el muestreo tiene una desviación estándar del $\pm 12\%$.

¿El bosque está dentro de los parámetros de la empresa?

Se analiza toda la información obtenida en la primera inspección. Los integrantes de la reunión generalmente son el supervisor y el gerente de la empresa, se evalúa mayormente el volumen total del bosque y se relaciona con el precio – volumen. Con este análisis se toma la decisión de seguir o no con el proyecto.

3.2.1.3. Inventariar el bosque

Este proceso es muy importante y crítico, se busca obtener y apreciar las medidas más reales para determinar el volumen efectivo de la plantación, midiendo todos los árboles que se van a cultivar. Las actividades que se realizan son:

- Medir el perímetro del tallo de cada árbol;
- Apreciar la altura comercial de cada árbol por medio visual; y
- Enumerar y señalar cada árbol inspeccionado, para que posteriormente sea fácilmente identificado en la inspección del funcionario público.

Esta actividad se realiza con 3 a 5 personas pagadas por la empresa, son guiadas por el dueño o por un delegado de la propiedad que conocen los árboles a ser vendidos y/o aprovechados para evitar errores con la ejecución de la licencia forestal.

- 1 o 2 limpiadores: usan un machete, se encargan de limpiar la maleza del terreno y abrir senderos para medir cada árbol.
- 1 o 2 personas que miden el perímetro de los tallos: cada persona usa una cinta métrica y un aerosol de pintura y se encarga de medir el perímetro de tallo a altura aproximada de 1,3 metros y numerar el árbol con pintura.

- 1 supervisor: usa un cuaderno y esfero, se encarga de anotar los datos generados por las 2 personas que miden y, él aprecia la altura comercial del árbol por medio visual.

El tiempo para medir el bosque depende del tamaño de la plantación y de las condiciones climáticas, el grupo de trabajo logra medir y marcar alrededor de 100 árboles por día.

3.2.1.4. Evaluar: características y gastos del bosque

Todos los datos recolectados en el proceso anterior se estudian exhaustivamente por el gerente que utiliza un software no especializado. Este proceso es importante porque los resultados obtenidos del estudio influyen en la decisión final sobre la compra del bosque y la rentabilidad neta para la empresa.

En el estudio y evaluación se trata de obtener la capacidad volumétrica más reales por medio del cálculo de área de un perímetro por la altura y por un factor morfológico de la variedad del árbol, expresado en el capítulo 2.14 y ecuaciones 1, 2, 3.

Del mismo modo, se analiza los siguientes gastos:

- Gastos de operación (personal, maquinaria) se dividen:
 - Pago a comisionista,
 - Licencia forestal,
 - Tractor,
 - Alimentación al personal,
 - Alquiler de motosierras y,
 - Imprevistos
- Transporte de madera hacia la fabrica

Después de realizar la evaluación, se determina cual será el valor máximo que se puede pagar por un árbol y los costos operativos por metro cúbico. Este proceso toma alrededor de 1 a 3 días ya que el proceso se encuentra sistematizado.

¿Es rentable para la empresa el bosque evaluado?

En base a la evaluación anteriormente descrita se toma la decisión de comprar los árboles o no.

Si no cumple con las estimaciones se propone un nuevo precio de compra al dueño de los árboles, si no es posible negociar se archiva el proyecto.

3.2.1.5. Legalización y compra

Para legalizar y formalizar la compra de los árboles se realiza un contrato de compraventa y un acuerdo de compromiso notariado. Para establecer los documentos en la notaría se requieren los siguientes requisitos:

Tabla 3.

Resumen de requisitos para formalizar documentos en notaria

Dueño de la propiedad	Empresa
Copia de cédula del dueño de la propiedad	Copia de cédula del gerente
Copia de cédula de la esposa o hijos	Papel de votación del gerente
Papel de votación	
Registro de la propiedad actualizado	

Nota: la propiedad debe estar al día con el pago de impuestos caso contrario no podrá seguir con los trámites. El registro de la propiedad debe estar actualizado o dentro de los 3 meses desde su expedición.

El acuerdo de compromiso es redactado por la empresa donde se menciona que la organización y el dueño de la propiedad se comprometen a cumplir con el plan de corta aprobado y las leyes forestales y normas vinculadas con el aprovechamiento de las plantaciones forestales con fines comerciales.

También se tramita opcionalmente, un poder general (delegación) notariado a la empresa con el fin de realizar y agilizar los trámites de la licencia de aprovechamiento en el MAGAP.

En esta etapa la empresa desembolsa la mitad del dinero por la compra del bosque que se menciona en el contrato de compraventa.

Este proceso dura alrededor de 1 a 2 días y está a cargo del representante legal de la empresa.

3.2.1.6. Plan de aprovechamiento forestal

La finalidad de este proceso es obtener la licencia de aprovechamiento forestal de la propiedad delegando a la organización del estudio como ejecutor de la explotación.

La licencia de aprovechamiento forestal se tramita en el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, tiene una duración de aproximadamente 90 días. Para obtener una licencia forestal, se debe presentar los siguientes documentos:

- Registro de la propiedad,
- Acuerdo de compromiso notariado,
- Volumen y especies de madera en pie a cortar. (Censo forestal), y

Volumen y especies de madera en pie a cortar, se debe expresar en un formulario donde se menciona la numeración del árbol previamente marcado en la inspección, la circunferencia altura de pecho (CAP), altura del área comercial y volumen aproximado de cada árbol, ver en la siguiente figura.

Nro. del árbol	CAP (cm)	Alt (m)	Volumen (m ³)	Nro. del árbol	CAP (cm)	Alt (m)	Volumen (m ³)
1	253	22	7,8443	26	143	20	2,2782
2	237	24	7,5092	27	232	22	6,5961
3	212	22	5,5079	28	179	20	3,5696
4	168	20	3,1444	29	160	18	2,5669
5	147	20	2,4074	30	113	15	1,0669
6	250	24	8,3556	31	149	20	2,4734
7	178	23	4,0593	32	144	18	2,0791
8	110	16	1,0784	33	160	20	2,8521
9	187	17	3,3115	34	160	20	2,8521
10	248	23	7,8799	35	93	10	0,4818

Figura 15. Formato censo forestal en Excel utilizado por MAGAP

- Formulario del MAGAP para plan de corta

En formulario tiene información sobre: del predio, datos de beneficiarios (dueño de la propiedad y ejecutor (empresa de estudio)), coordenadas UTM del lote y predio donde se encuentra los árboles a talar y resumen del censo. Formulario en la siguiente imagen.

1. DATOS DE UBICACIÓN DEL PREDIO							
Provincia:	Guayas			Cantón:	Naranjal		
Parroquia:	Puerto Inca			Zonal	5		
Sitio:	Puerto Inca			Nombre del predio:	Terranostra		
2. DATOS DEL BENEFICIARIO Y EJECUTOR							
Beneficiario:				Cédula o RUC:	4		
Ejecutor:				Cédula o RUC:	7		
3. DATOS DEL CENSO							
Superficie plantación (ha)	5,00000			Tipo de Aprovechamiento	Corta final		
Tipo de cobertura vegetal	Árboles plantados (especies exóticas)			Edad (años)	17		
Especie	PACHACO, MANGU CASPI, TANKAM (<i>Schinus molle</i>)			Factor de forma	0,7		
4. COORDENADAS DEL LOTE O PREDIO UTM (WGS 84 ZONA 17 SUR)							
Nro. Punto	Este	Norte	Nro. Punto	Este	Norte		
1	665176	9715550					
2	665312	9715540					
3	665428	9715549					
4	665316	9715335					
5	665211	9715366					
6	665123	9715380					
7	665041	9715386					
5. RESUMEN DEL CENSO							
Vol/ha	126,99	Árb/ha	46	Vol. a solicitar (m ³)	634,97	N° Total árboles	231

Figura 16. Formulario de licencia forestal del MAGAP.

Después de presentar los documentos al MAGAP, un funcionario verifica por medio de una visita técnica que los registros del censo presentados sean válidos, luego él (inspector) presenta un informe con aprobación o negación del plan de corte y recomendaciones.

Una vez emitida la licencia de aprovechamiento forestal, se habilita un usuario y contraseña en el sistema informático para la administración y control forestal SAF en donde se podrá ver el volumen y registro de extracción de la licencia aprobada. También en el SAF se emiten e imprimen las guías de circulación de madera, la disponibilidad de guías dependerá la especie de árbol y volumen aprobado.

3.2.2. Macro proceso de aprovechamiento

En el macro proceso de aprovechamiento o cosecha tiene la finalidad explotar un bosque y entregar al cliente, el tiempo de todo el proceso varía de acuerdo al tamaño de la plantación y a las condiciones climáticas. Se puede apreciar en la siguiente el diagrama, todo el proceso en el anexo 8.

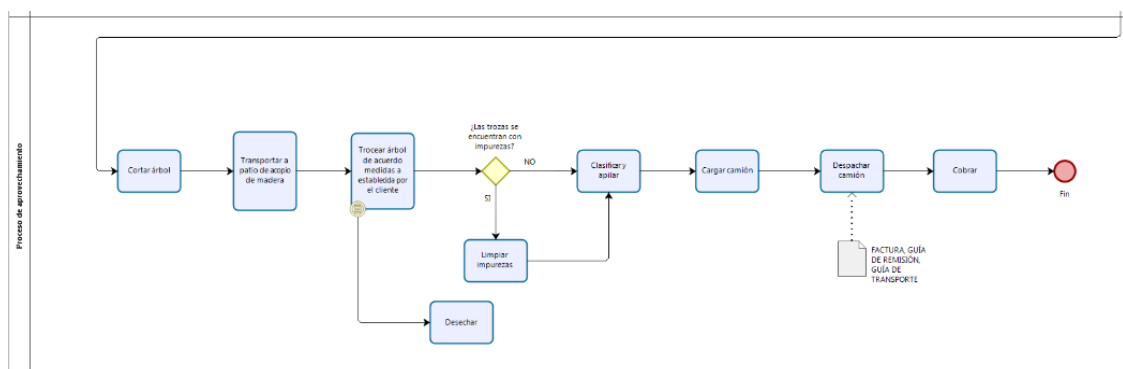


Figura 17. Diagrama del Macro proceso de aprovechamiento.

3.2.2.1. Cortar árbol

Este proceso tiene la finalidad de cortar los árboles en su tallo de forma transversal a una altura aproximadamente de 50 centímetros desde el suelo. A este proceso se asignan 2 personas:

- 1 motosierrista de campo, que se encarga de operar la motosierra y tiene el propósito de hacer 2 cortes: primero, el corte transversal del tallo para tumbar el árbol; y segundo, el corte transversal hasta la zona útil o altura comercial de tallo es decir antes de las ramas.
- 1 ayudante que tiene la finalidad de limpiar de maleza con un machete el contorno de tallo y el suelo, asimismo anota el número de árbol que va ser cortado, medir y marcar la altura comercial cuando el soto se encuentra en el suelo.

La maquinaria que se utiliza es alquilada por un proveedor externo, generalmente se utiliza una motosierra marca STIHL MS780, con espada de 91 centímetros. Ver la siguiente imagen.



Figura 18. Motosierra STIHL MS780.

Tomado de: (STIHL Holding, s.f.)

La motosierra tiene los siguientes datos técnicos:

Tabla 4.

Características de motosierra y espada

Cilindrada	121.6 cm ³
Potencia kW/Hp	5.6/7.6
Peso, sin espada	9.9 KG
Tamaño de espada	30" – 36"

Nota: Para mayor información dirigirse al anexo 11

La espada se compra por separado y puede variar de tamaño, la potencia de la máquina es para el trabajo en bosques forestales y en maderas duras.

La motosierra tiene un costo de alrededor de 20 dólares por camión despachado.

Cabe recalcar que la copa de los árboles se desecha.

3.2.2.2. Transportar a patio de acopio de madera dentro del área de aprovechamiento.

Consiste en transportar el tallo del árbol cortado en el anterior proceso hasta un patio de acopio utilizando un tractor forestal. El patio generalmente está ubicado cerca de la carretera principal donde puede cargar un camión tipo mula o tráiler. Para esta operación el proveedor designa 2 personas: el conductor de la máquina y un ayudante que es encargado de enganchar el tronco de madera al cable de remolque del tracto.

En este caso el tractor es de marca International modelo 784 del 1984 con tracción en las 4 ruedas, el vehículo esta modificado con una wincha para jalar troncos, según la información del proveedor de la máquina puede remolcar hasta 5 toneladas de peso en un terreno plano o con leves desviaciones. El tractor transporta un tallo la vez, el peso del tallo varía entre 2 a 3.5 toneladas dependiendo del volumen puede trasladar entre 3 a 4 árboles talados por hora, el costo de alquiler es 150 dólares el día de trabajo (8 horas).

En la siguiente tabla se describe las características generales.

Tabla 5.

Resumen de las características International Modelo 784

Motor	International Harvester D-246, diésel de 4 cilindros
Cilindrada	4 litros
Potencia	67 hp
Transmisión	16 marchas adelante y 8 atrás

Tomado de (Easterlund, 2016).

Nota: Es un resumen de las características más importante del tractor.



Figura 19. Tractor Internacional Modelo 784.

Tomado de (Easterlund, s.f.)

3.2.2.3. Trocear árbol

En esta operación se encarga de cortar el tallo que fue transportado en el proceso anterior en trozas con medidas estándar de 2.60 metros o 1.30 metros.

Este proceso la realizan 2 personas:

- 1 persona se encarga de operar la motosierra y hacer los cortes transversales, y;
- 1 persona encargada de medir con un flexómetro en las medidas estándar y marca donde realizar el corte.

Se utilizan una motosierra marca STHIL MS780 (figura18), con espada de 91 centímetros. Con las características descritas en la (tabla 4.)

La motosierra es alquilada por la empresa y tiene un costo de alrededor de unos 20 dólares por camión despachado.

Después se controla si las trozas cumplen con los requerimientos de los clientes.

¿Las trozas tienen las medidas estándar?

Si las trozas se encuentran con las medidas estándar de 2.60 o 1.30 metros se envía al siguiente proceso.

Si las trozas no tienen las medidas estándar se desecha, ya que no puede ser utilizada por la maquinaria del cliente.

¿Las trozas se encuentran sin impurezas?

Si las trozas se encuentran con algunas ramas se corta con la motosierra o machete. Si es que no se encuentran con rama se envía directamente siguiente proceso.

3.2.2.4. Clasificar y apilar

El proceso de clasificar consiste en ordenar la madera por: diámetro grueso o delgado, variedad de árbol o, por clientes, esta operación es optativa y depende del bosque a ser aprovechado.

El proceso de apilar consiste en almacenar la madera hasta que el camión de transporte llegue, solo se realiza cuando el transporte contratado no cumple con el tiempo de llegada o existen malas condiciones climáticas. Trabajan 4 personas que son las encargadas de mover los troncos y apilar y, el trabajo se hace por medio manual.

3.2.2.5. Cargar camión

Se carga un camión tipo mula o tipo tráiler que llega al patio de acopio donde la madera se encuentra clasificada y apilada. Se utilizan las mismas 4 personas del proceso anterior que son encargadas de estibar los troncos en la plataforma de transporte, el proceso tiene un tiempo de duración entre 4 horas para carga una mula y 8 horas para llenar un tráiler.

La capacidad de transporte de un camión tipo mula es de aproximadamente de 20 toneladas o 20 metros cúbicos de madera de Pachaco. El transporte tipo tráiler tiene capacidad de transporte de alrededor de 40 toneladas de transporte.

3.2.2.6. Despachar el camión

En esta operación la empresa despacha al camión completo de madera se entrega todos los documentos necesarios para que realice el transporte de madera de manera legal.

El precio de transporte de madera es proporcional a la distancia del viaje, alrededor entre 520 dólares a 1000 dólares.

Se envía los siguientes documentos:

- Guía de remisión.
- Guía de transporte de madera
- Factura: Se entrega una factura en blanco donde es llenada por el cliente comprobando los metros cúbicos que llegan y poniendo los precios de acuerdo al diámetro.



Figura 20. Tráiler cargado.

3.2.2.7. Cobro

El cobro se realiza una semana después de entrega, algunos clientes pagan por medio de cheques y otras por medio de transferencia bancaria. Aquí finaliza todo el servicio prestado por la empresa de estudio.

Después de conocer todos los procesos se comienza a realizar la parte del levantamiento de información para su posterior análisis y mejoras.

3.3. Levantamiento de información

Se hace un levantamiento y estudio de tiempo, el cual sirve como evaluación inicial para obtener un diagnóstico primario del o los problemas a mejorar y así cumplir con el objetivo de este proyecto.

3.3.1. Análisis de valor agregado por actividad del macro proceso de aprovechamiento

Tabla 6.

Análisis de valor agregado del macro proceso de aprovechamiento

Macroproceso	Proceso	Actividades	Agregan valor		Necesario		Resumen
			Si	No	Si	No	
Aprovechamiento	Cortar	Limpiar maleza del árbol		x	x		Optimizar actividad
		Anotar numeración del árbol		x	x		Optimizar actividad
		Cortar árbol (tumbar)	x		x		Mejorar actividad
		Ir al final de la altura comercial		x	x		Optimizar actividad
		Cortar copa (altura comercial)	x		x		Mejorar actividad
		Ir al siguiente árbol		x	x		Optimizar actividad
	Transportar	Enganchar el árbol a la wincha		x	x		Optimizar actividad
		Transportar árbol hasta patio de acopio	x		x		Mejorar actividad
		Desenganchar árbol		x	x		Optimizar actividad
		Ir al siguiente árbol		x	x		Optimizar actividad
	Trocear	Medir y marcar los cortes del árbol		x	x		Optimizar actividad
		Cortar en trozas	x		x		Mejorar actividad
	Clasificar y apilar	Cargar tronco		x		x	Eliminar actividad
		Transportar tronco		x		x	Eliminar actividad
		Clasificar/apilar		x		x	Eliminar actividad
		Ir al siguiente tronco		x		x	Eliminar actividad
	Cargar	Cargar tronco		x	x		Optimizar actividad
		Transportar tronco cargado hasta el camión		x	x		Optimizar actividad
		Apilar tronco en la plataforma	x		x		Mejorar actividad
		Ir al siguiente tronco		x	x		Optimizar actividad
Despacho	Llenar la documentos legales		x	x		Optimizar actividad	
	Imprimir		x	x		Optimizar actividad	
	Entregar documentos al chofer del camión		x	x		Optimizar actividad	

Se puede apreciar en la tabla anterior que la mayoría de los procesos marcados de color amarillo y dice “optimizar actividad” se refiere que no agregan ningún tipo de valor hacia el producto final, se debe reducir y optimizar su operación, cabe recalcar que no se pueden eliminar ya que son necesarios para el objetivo operación general.

Las operaciones marcadas de color verde y dice “mejorar actividad” se refiere que son actividades generan ganancias para el producto y son necesarios mejorar para tener mejor utilidades

Las actividades marcadas de color rojo son actividades que no agregan valor y no es necesario para el fin de la empresa.

Cabe mencionar que el proceso de clasificar y apilar, la empresa lo califica como un proceso optativo y en el análisis se puede apreciar que no agrega valor y tampoco es necesario, por ende, se necesita eliminar cuando es posible.

3.3.2. Levantamiento de tiempos

La toma de tiempo (anexo 9) del proceso de aprovechamiento se realizó en la tercera semana de octubre de 2017 cuando se ejecutaba el aprovechamiento de un bosque de Pachaco ubicado en el sitio la Florentina, parroquia Pueblo Viejo, cantón Pueblo Viejo, provincia de los Ríos, en el cual la licencia fue aprobada para el aprovechamiento de 302 metros cúbicos con 97 árboles de Pachaco, sin embargo, en dicha producción solo produjo 260 metros cúbicos ya que el resto fueron desperdicio. La toma de tiempo se realizó por medio visual y con la ayuda de un cronometro se tomaron muestras de 15 repeticiones en promedio y se utilizó el criterio de muestreo de General Electric.

En la siguiente figura se encuentran un resumen de todos los tiempos que se tomaron en segundos. La información completa de los tiempos se encuentra en el anexo 9.

Proceso	Tiempo estándar del proceso (seg)	Desviación estándar del proceso	Número de operadores del proceso
Corte de árbol	824	76	2 personas
Transporte de árbol	1064	47	2 personas
Troceado de árbol	119	16	2 personas
Clasificar y apilar	99	12	4 personas
Cargar camión	109	17	
Despachar camión	841	59	1 persona

Figura 21. Tiempos estándar de los procesos.

Como se puede apreciar tabla anterior, que desde cortar un árbol hasta despachar una troza se demora 3056 segundos (51 minutos) el tiempo promedio, cabe mencionar en proceso de cortar y transportar se realiza por árbol y de cada árbol se trocear en alrededor de 5 a 7 trozas dependiendo del árbol.

3.3.3. Levantamiento del VSM

Después de levantar todos los tiempos en el proceso anterior se realiza el cálculo del *Tack Time*. Tomando como capacidad diaria de aproximadamente 40 metros cúbicos en condiciones normales, el negocio no tiene un flujo constante de trabajo ya que se encuentra limitados por alta competencia y escases en bosques de Pachaco que generan paras en los trabajos en la explotación de entre 15 a 21 días, es por eso que se busca promediar con el historial de la jornada de todos los trabajos de aprovechamiento de los últimos 6 meses concluyendo que la empresa trabaja entre 8 días al mes, en jornada de trabajos de 9 horas al día y descansos de 100 minutos, obteniendo el tiempo disponible de 26400 segundos al día o 7,3 horas de trabajo.

Aplicando la fórmula de *Tack Time* ubicada en la sección 2.13.6 (ecuación 4) da como resultado 660 segundo/metro cúbico. Ver figura 22.

Dias laborales	8	Tiempo disponible	26400	seg.
Hrs. X turno	9	Demanda diaria	40	
Turnos	1			
Descansos x turno (min)	100	TAKT TIME	660	seg/pza

Figura 22. Tack Time del proceso de aprovechamiento.

Operación	Operador	Descripción	Tiempo	Takt
1	2	CORTAR ÁRBOL	824	660
2	2	TRANSPORTAR A PATIO DE ACOPIO DE MADERA DEI	1064	660
3	2	TROCEAR ARBOL	119	660
4	4	CLASIFICAR Y APILAR	99	660
5	4	CARGAR CAMIÓN	109	660
6	1	DESPACHAR EL CAMIÓN	841	660

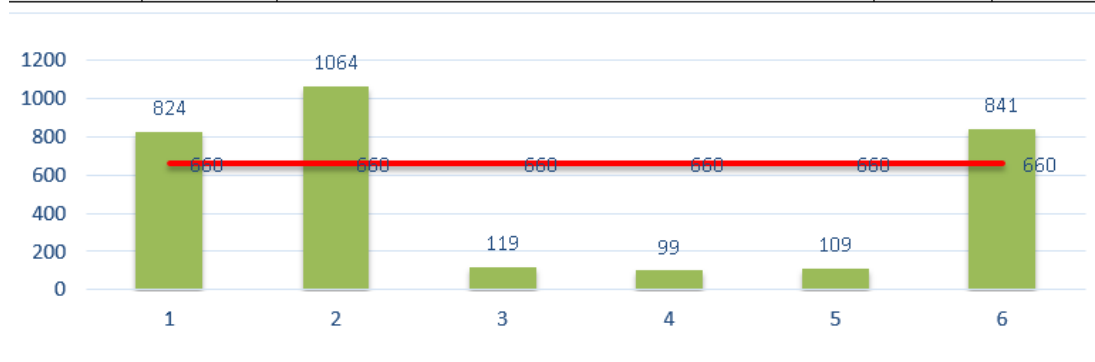


Figura 23. Gráfico combinado columnas y línea de Tiempos vs Tack Time.

El análisis de la imagen 23, la empresa debería producir un metro cúbico en 660 segundos, pero los procesos de cortar árbol y transportar a patio de acopio, están por encima del *tack time* generando un cuello de botella en los procesos de trocear, clasificar y cargar dando como resultado que las operaciones de trocear existen detenciones por falta de materia prima creando tiempo ocioso en los trabajadores. Además, este análisis es teórico ya que en la realidad los procesos sufren de paras no programadas añadidas como factor de suplemento (anexo 9) afectando a todo el conjunto de operaciones.

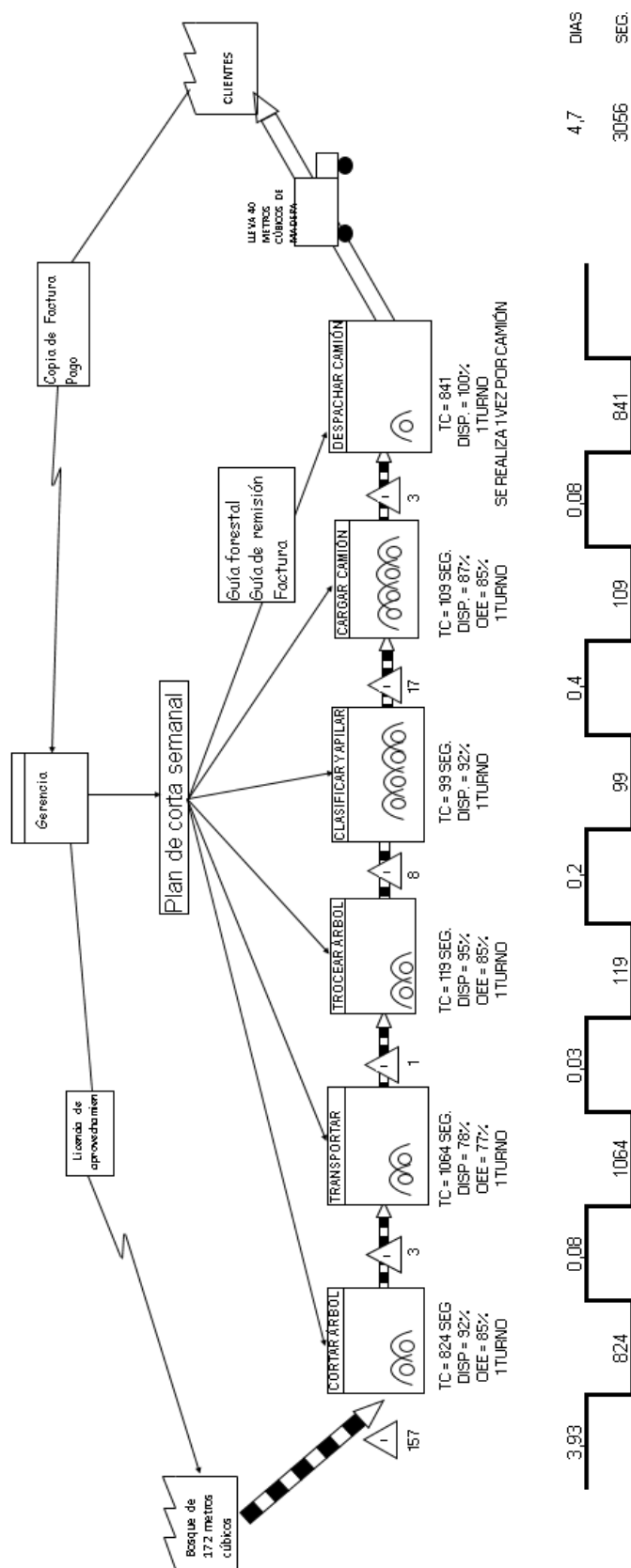


Figura 24. VSM del macro proceso de aprovechamiento.

El VSM actual que se muestra en la figura 24, expresa que la empresa tiene 4,7 días de trabajo acumulado sumando todos los árboles en píce hasta el despacho del camión. También se observa el tiempo de ciclo (TC) de cada producto, la disponibilidad (DISP) y la eficacia general de los equipos (OEE) en los procesos. Se puede decir que el tiempo estándar para cortar un árbol es de 824 segundos, pero tiene una disponibilidad de 92% y un OEE de 85% de la motosierra que se utiliza. En el proceso de transporte el tiempo de ciclo es de 1064 segundos y tiene una disponibilidad del 78% y OEE de 77% esto se debe que el tractor es una máquina sensible a las condiciones del terreno y climáticas, averías por su naturaleza de tractor agrícola adaptado. En el proceso de troceado se tiene un tiempo de ciclo de 119 segundos y disponibilidad del 95% con un OEE de 85%. En la operación de clasificar se tiene tiempo de ciclo de 99 segundos y disponibilidad de 92% ya que el proceso es manual y las personas toman pequeños descansos para seguir con la rutina. El proceso de cargar camión se tiene un tiempo de ciclo de 109 segundos y disponibilidad de 87% ya que se debe por las mismas razones del proceso anterior. Y por último la actividad de despachar el camión se realiza 1 vez por cada camión cuando se encuentra completamente cargado. Finalmente, tiempo de ciclo del todo proceso de 3056 segundos, la empresa trabaja con un plan de corta semanal que es elaborado por el gerente.

3.3.4. Diagrama de Espaguetti

Se hace un estudio de movimiento en el terreno de 3 operaciones fundamentales (cortar, transportar y cargadores). En este diagrama se bosqueja solo un día de trabajo de 9 horas, es decir se procesa entre 24 a 28 árboles para cargar la capacidad de 40 metros cúbicos un tráiler.

En la siguiente figura, la línea de color azul representa a los cortadores encargados de cortar el árbol en píce y de trocear el tallo en el patio de acopio. La línea roja representa el movimiento del tractor, moviliza de 1 a 2 árboles tumbados por viaje depende del tamaño del árbol y de la gestión del proveedor del tractor. El color magenta representa a los cargadores en la operación de

carga y clasificación de la madera, los estibadores solo trabajan en la zona de acopio. Cabe indicar que el aprovechamiento comienza cerca de la zona de acopio después se va alejando subiendo los tiempos de transportes. Además, en este caso particular el terreno de explotación se hallaba con una quebrada formada naturalmente de 2 metros de profundidad por 5 metros de ancho que dificultó el trabajo y alargó en 2 días de trabajo adicional. La organización no le autorizaron entrar por el terreno continuo ya que se encontraba con otro producto agrícola.

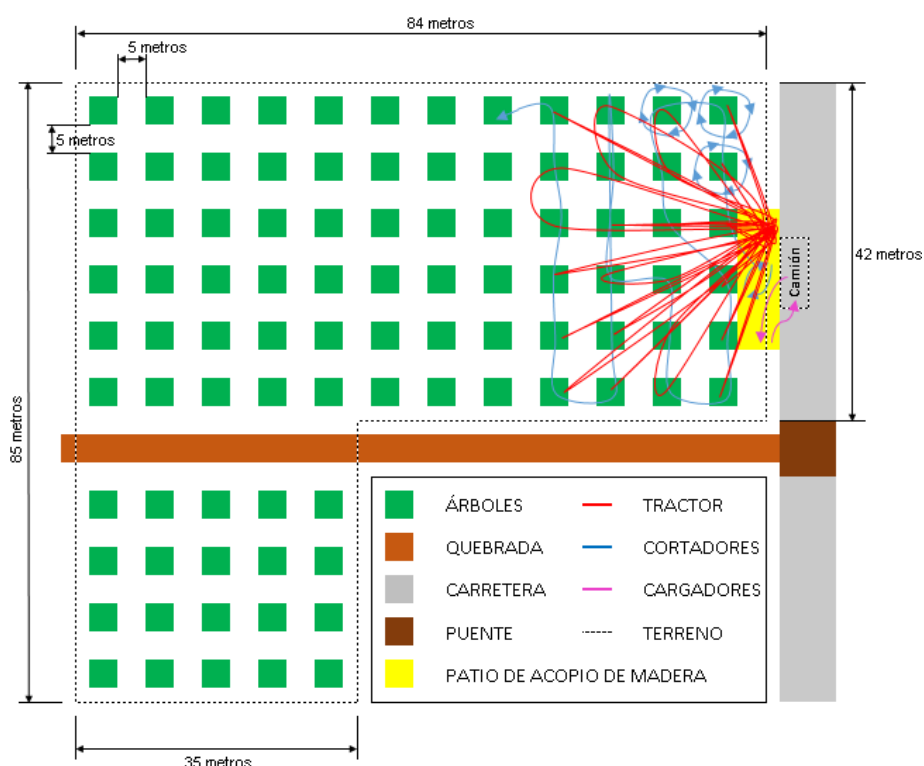


Figura 26. Representación en un diagrama de espagueti los movimientos de los cargadores, los cortadores y el tractor.

3.3.5. Diagrama de causa – efecto

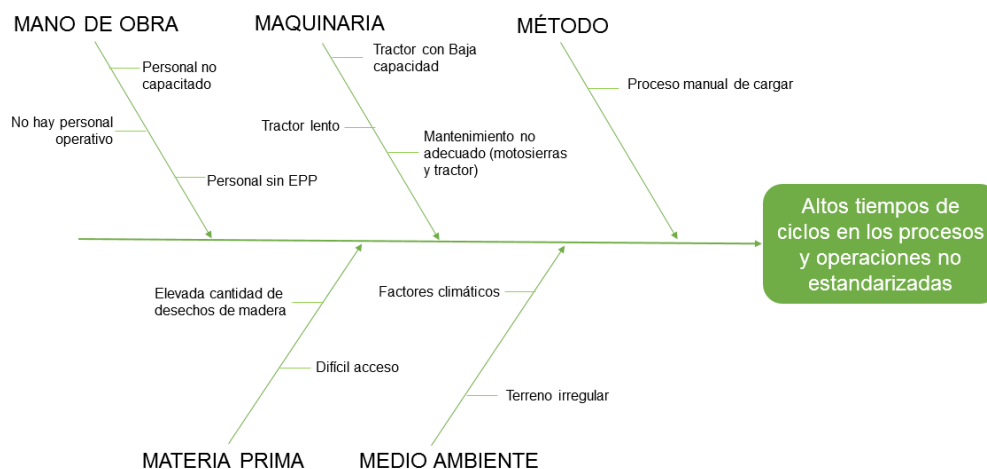


Figura 27. Diagrama de causa – efecto.

En la figura anterior. Se tiene como efecto principal altos tiempos de ciclos en los procesos y operaciones no estandarizadas en donde escogimos 5 causas importantes: método, maquinaria, mano de obra, materia prima y medio ambiente.

El proceso manual de carga que se encuentra en la categoría de método, es una causa porque la actividad se realiza manualmente y se utiliza la fuerza de 4 personas que efectúan las actividades de cargar y clasificar, el grupo solo carga un tronco a la vez y lo repiten de 120 a 140 veces, es por esta razón en las ultima horas de la jornada los trabajadores se encuentran agotados y se evidencia un bajo de rendimiento en el trabajo. Además, esto produce incidentes ya que manejan elevados pesos en cada tronco.

En categoría de maquinaria, el aparato más importante es el tractor que realiza la operación de transportar desde el corte del árbol hasta el patio acopio, el tractor agrícola está adaptado con una wincha para jalar/transportar madera. La máquina tiene baja capacidad de arrastre y baja velocidad, es por eso que el tiempo de ciclo de toda la operación es larga aún más cuando las distancia son distantes, según el gerente de la empresa el tractor sufre fallos mecánicos regularmente que provocan atrasos con la planificación, aparte se utilizan 2 motosierras que son las encargadas de cortar el árbol y trocear las fallas que se

producen es con baja frecuencia pero en ocasiones se necesita salir del terreno para reparar en la ciudad, la organización dice que presiona a los proveedores para que realice mantenimiento preventivo.

En la categoría de mano de obra, un problema recurrente es que cada vez que la empresa comienza con el aprovechamiento de un bosque contrata personas cerca de la zona de trabajo que tienen bajo o nulo conocimiento en la cosecha de un bosque de Pachaco, en ocasiones se contrata personal antiguo pero los costos suben ya que se requiere pagar vivienda y transporte. El personal no utiliza equipo de protección personal y en momentos sufren golpes por las ramas o desechos que caen de los árboles.

En la categoría de materia prima, se refiere al desperdicio de madera en los doseles, los clientes de la empresa no compran ese tipo de madera, ya que no puede ser aprovechado por su maquinaria, la muda ronda alrededor entre un 13 a 15% del total del árbol.

Y en la categoría de medio ambiente, los factores climáticos y el terreno irregular afectan con los tiempos y los costos del aprovechamiento, ya que, al trabajar con lluvia, viento o en la oscuridad que es muy peligroso. Las condiciones del terreno también afectan al tiempo total de trabajo ya que en pendientes obliga utilizar otras técnicas más costosas de aprovechamiento.

3.3.6. Diagrama de Pareto

Tabla 7.

Diagrama de Pareto del macro proceso de aprovechamiento

DIAGRAMA DE PARETO			
Factores	Frecuencia por aprovechamiento de un bosque	Suma acumulada	Porcentaje acumulado
Fallas de maquinarias	14	14	42%
Paras por golpe del personal	7	21	64%
Paras por condiciones climáticas	5	26	79%
Atraso de personal	3	29	88%

Personal no capacitado	3	32	97%
Daño de transporte de carro	1	33	100%

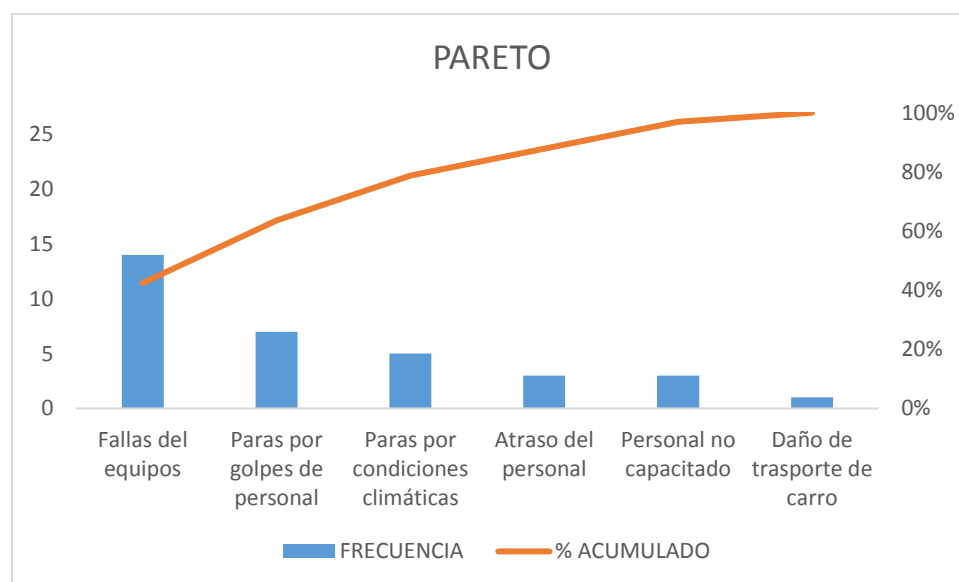


Figura 28. Diagrama de Pareto.

En el estudio de Pareto tabla 7, se toman 6 factores importantes que afectan significativamente al macro proceso de aprovechamiento.

El primer factor es las fallas de equipos: se refiere a las paros o fallas de equipos primordiales para el aprovechamiento, el tractor fallo 5 veces en toda la explotación, el tiempo de reparación de la máquina ronda alrededor de 15 minutos a 45 minutos la mayor falla se debe en un problema con el sistema de frenado del transporte y en el caso de las motosierras el paro más común es por la falta de lubricación tomando un tiempo de reparación de 3 a 5 minutos.

Paros por golpes se refiere a detenciones por incidentes de trabajo, normalmente son leves, hubo eventos por tropiezos y caídas por accidentes geográficos, tropiezos por basura en el proceso de carga y clasificación, también existen circunstancias en el proceso de corte, ya que con la caída de los árboles caen ramas secas, animales, frutos, entre otros., golpeando personal paralizando ágilmente el proceso, también hubo suceso en los operadores de la motosierra

ya que la espada se atoró en la madera y salto/rebotó golpeando con la culata a la persona.

Paras por condiciones climáticas se refieren cuando se detienen las operaciones de trabajo por factores climáticos y naturales, el problema principal se dio por lluvia ya que forma barro que vuelve resbaladizo para trabajar, los fuertes vientos también dificultan la tala del árbol.

Estos 3 factores anteriormente mencionados generan el 80% de los problemas.

Asimismo, se analiza el atraso del personal se refiere al que el personal se demora en la llegada al trabajo.

El personal no calificado se cuenta como paras por la falta de capacitación, esto se debe el primer y segundo día de trabajo hasta que tomen la experiencia y mejoren con la fluidez de los procesos.

Daño del transporte, el personal que llega en el transporte contratado por la empresa se estropeó demorando 2 horas el comienzo de la jornada del trabajo.

3.4. Simulación del proceso actual

Para la simulación de la situación actual se utiliza el software especializado en simulación FlexSim donde se recrea el macro proceso de aprovechamiento con los tiempos del levantamiento inicial en el capítulo 3.3.2.

En la primera actividad de la simulación se coloca un Source, llamado bosque comprado, es el encargado de generar 25 árboles al día que se suelen aprovechar para llenar un camión, cabe insistir que los árboles aprovechados en el día varían de acuerdo al volumen de los tallos.

Luego pasa de forma directa a Queue, llamado bosque en píce, es el representante de almacenar las piezas o trozas del Source anteriormente descrito, en la simulación no afecta en nada.

Después, pasa directamente a un processor, llamado cortar árbol, es el que simula el proceso de corte mediante a una distribución estadística normal con

una media de 824 segundos y una desviación 120 segundos que simula las paras y suplementos del proceso.

Posteriormente, se pasa al Queue, llamado árbol caído, representa la acción de indica su nombre. Aquí se almacena de los árboles hasta que el tractor pueda resolver.

Siguiente, llega el proceso de transporte, es el que simboliza el transporte de los árboles al patio de acopio. Aquí el processor está programado con una función exponencial con una locación 1066 segundo y con escala de 20 segundos que simula la variación de distancia.

Llega al patio acopio donde pasa directamente al proceso de troceado, aquí se simula el corte transversal de los árboles. Entra un tronco y por medio de formula estadística normal de aleatoriedad troceará 7 árboles de media con 3 de desviación estándar. El tiempo de proceso es una función normal con una media de 119 segundos y media de 60 segundos.

Finalmente, el proceso de carga con un tiempo de ciclo con expresión normal 108 segundo y 90 segundos de desviación estándar.

Realizando la simulación de los procesos anteriormente descrito. Las siguientes imágenes representa el aprovechamiento de 25 árboles dando como resultado una jornada de trabajo de aproximadamente 8 horas, en donde se analizan los tiempos de trabajo de los procesos (processing) y los tiempos ineficientes o inútiles (idle).

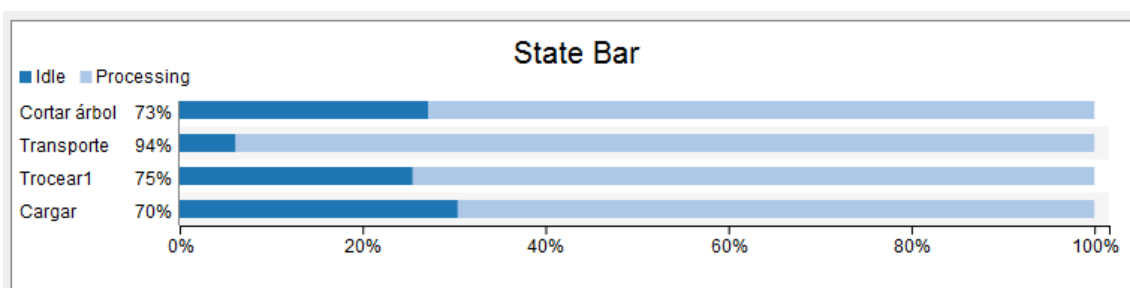


Figura 29. Simulación de la situación actual.

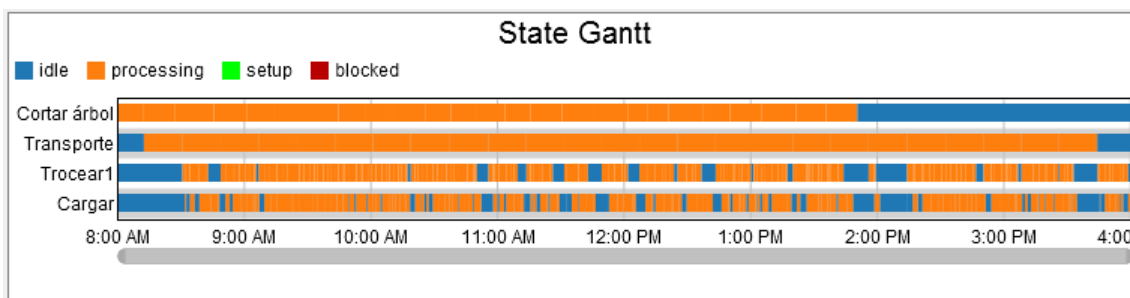


Figura 30. Simulación de la situación actual, gráfico de Gantt.

En la figura 29 se aprecia en un diagrama de Gantt el desglose del desarrollo de la jornada de trabajo, cómo va evolucionando el trabajo (processing) y las paradas (idle) por la falta de materia prima en el proceso de trocear y carga. También se observa que los procesos de cortar el árbol terminan primero generando tiempo ocioso en el proceso. La representación gráfica se encuentra en el anexo 14.

4. PROPUESTA DE MEJORA.

En el presente capítulo se detallan las propuestas de mejora a partir de los hallazgos de la sección anterior. Se plantea y analiza un conjunto de ideas que ayudará a reducir los desperdicios de tiempo con el fin de cumplir el objetivo del proyecto.

Analizando el capítulo 3 se concluye que existen 3 propuestas de mejoras importantes:

- a) Implementar un proceso de selección de nuevos proveedores
- b) Cambiar de proveedor del tractor porque tiene un tiempo de ciclo elevado y problemas de mantenimiento que genera cuello de botella;
- c) Contratar una grúa para el proceso de carga de camión reemplazando la actividad manual con 4 personas y así reduciendo el tiempo de ciclo y las paradas ocasionales por incidentes laborales y;
- d) balanceo de línea con la capacidad de la nueva maquinaria.

4.1. ¿Cómo optimizar en el proceso de aprovechamiento?

4.1.1. Implementación de proceso de selección de proveedores

Hay que recalcar que la maquinaria utilizada por la empresa es contratada a proveedores externos. El en caso del tractor, que tiene elevados tiempos de ciclo que son generados por la baja velocidad de tractor y la baja capacidad de arrastre, además sufre esporádicamente de paras no programadas. Entonces, se plantea un cambio proveedor con la creación de un proceso de selección que califica de forma objetiva las características de las nuevas máquinas.

En la siguiente imagen se apreciar el nuevo procedimiento de selección o, ir al anexo 10.

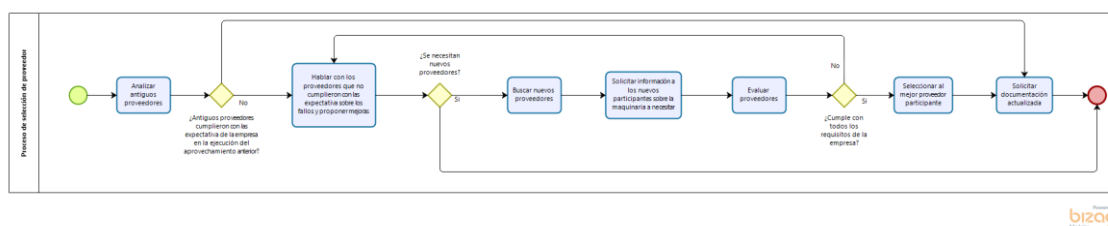


Figura 31. Diagrama de proceso de selección de proveedores.

Este proceso se incluye como primera actividad en el macro proceso de aprovechamiento. Tiene la característica de evaluar a los antiguos proveedores con la finalidad de reducir costos de selección y posteriores operaciones de selección.

Si el antiguo proveedor cumple con los requisitos, el proceso se traslada a los requerimientos de documentos, reduciendo los tiempos de selección. Si los antiguos consignatarios no cumplen con la satisfacción de cumplimiento en el último aprovechamiento se continúa con el proceso de selección.

Si la empresa requiere de nuevos contratistas de maquinaria, se realiza una búsqueda de los nuevos posibles proveedores. A los convocados se les solicita la siguiente información de la maquinaria:

- a) Marca y modelo de la máquina;

- b) Características de la maquinaria, capacidad de la maquinaria en metros cúbicos por hora;
- c) La ubicación actual de máquina;
- d) Tiempo de disponibilidad de la maquina;
- e) Precio por alquiler;
- f) Capacitaciones a los operadores de la maquinaria;
- g) Hablar sobre el mantenimiento de la máquina;
- h) Una fotografía de la máquina.

Después de recabar toda la información, se evalúa por el método de ponderación de factores para calificar al mejor proveedor. En la siguiente imagen se observa los 5 factores a ponderar: costo de alquiler con el 30%, capacidad de arrastre con el 28%, disponibilidad con el 8%, capacidad de los operadores con el 22% y antigüedad de la máquina con el 12%, la ponderación puede cambiar de acuerdo las necesidades de la empresa.

Tabla 8.

Ejemplo de método de ponderación de factores

MÉTODO DE PONDERACIÓN FACTORES					
Factores	Ponderación	Participante 1		Participante 2	
Costo	30%	1	0,3	5	1,5
Capacidad	28%	2	0,56	4	1,12
Disponibilidad	8%	3	0,24	3	0,24
Capacidad de operadores	22%	4	0,88	2	0,44
Antigüedad	12%	5	0,6	1	0,12
TOTAL	100%		2,58		3,42

La calificación se realiza de forma objetiva por los superiores de la empresa, en este caso los siguientes factores a calificar son:

- costo de alquiler, significa el precio de alquiler de la máquina por día, si el precio es alto se califica con 1 y si es bajo con 5;
- capacidad de arrastre, trata de el volumen medio que puede transportar el tractor en un viaje, si la capacidad es baja se califica 1 entre más alta sea mejor calificación obtendrá;

- disponibilidad, significa cuanto tiempo hay que esperar hasta que la máquina se encuentre disponible. Si se halla en poco tiempo recibe buena ponderación al contrario baja;
- antigüedad, representa de a los años de uso de la máquina, entre más nueva sea la máquina mejor calificación tendrá;
- capacitación de los operadores, trata de la experticia y experiencia del chofer, entre mejor características tiene más puntaje obtendrá.

Se prefirieron esto factores ya que son los más influyentes a la hora de contratar a un nuevo proveedor. Cabe mencionar que con la experiencia se puede ir refinando las ponderaciones. En la evaluación se selecciona al proveedor con el mayor puntaje.

Finalmente, si la compañía se encuentra satisfecha con el proveedor ganador se solicitan los siguientes requisitos: copia de cédula, copia de licencia y matrícula de la o las máquinas, y documentos que sustenten toda la información antes analizada. Y finalmente se firma en contrato del proveedor.

Costo y tiempo de implementación.

El costo y tiempo de la implementación del nuevo proceso de selección sería mínimo ya que se agregaría al macro proceso de aprovechamiento. Consta de adicionar una reunión para analizar los actuales proveedores y hablar con ellos, en caso de buscar a nuevos proveedores tomaría entre 2 a 3 días, dependiendo de la facilidad de encontrar los nuevos perfiles y, otra reunión donde se evalúen y seleccione al nuevo proveedor.

El costo sería significativo ya que las personas que realizan este proceso tienen un sueldo fijo que no aumentaría en hora extras. Pero beneficiaría mejorando la selección y así de la reducción de los costos.

4.1.2. Selección de nuevo tractor en el proceso de transporte

Se aplica el proceso de selección anteriormente descrito, primero se realiza una búsqueda de nuevos proveedores de la máquina de arrastre, se ejecuta de

manera informal pidiendo referencias de otras personas, posteriormente se contacta a un nuevo proveedor que da la siguiente información de su máquina:

Un tractor forestal ubicado en la ciudad de Santo Domingo de marca John Deere modelo JD 540 A tipo skidder con wincha de cuerda de acero del año 1971. La capacidad de arrastre es de 9.5 toneladas de acuerdo al manual técnico del modelo, pero el dueño dijo que puede arrastrar 14 toneladas sin forzar a la máquina. El precio de alquiler es de 280 dólares al día. Tiene llantas en estado medio para condiciones climáticas adversas. Para mayor información del tractor dirigirse al anexo 12.

Entonces, se ejecuta la evaluación del actual con el nuevo proveedor que se contactó.

Tabla 9.

Método de ponderación de factores de tractores

MÉTODO DE PONDERACIÓN FACTORES

Factores	Ponderación	Actual proveedor		Nuevo proveedor	
Costo	30%	5	1,5	2	0,6
Capacidad	28%	2	0,56	5	1,4
Disponibilidad	8%	2	0,16	4	0,32
Capacidad de operadores	22%	3	0,66	4	0,88
Antigüedad	12%	3	0,36	2	0,24
TOTAL	100%		3,24		3,44

En la tabla anterior se observa como ganador al nuevo proveedor con 3,44.

4.1.3. Selección de proveedor grúa para la actividad de cargar camión

Para el proceso de selección de grúa de carga se realiza el proceso descrito de a la sección 4.1.1., modificando el método de ponderación.

Se contacta por medio de llamadas telefónicas y se pide información sobre nuevos concursantes. Las características de los participantes se describen a continuación:

- a) Es un camión marca Scania modelo 75 con tracción en los 2 ejes traseros, incorpora una grúa de marca “Guerra” modelo 83N instalada en la parte

trasera de la plataforma. La grúa tiene capacidad de carga de 1100 kilogramos con el brazo extendido máximo de 7.2 metros y un momento neto de levantamiento de 82.3 kilo-newton-metro [kN m]. Según el proveedor de la máquina puede cargar y acomodar una troza de madera entre 1 a 1.5 minutos y carga un camión tipo tráiler en 2 horas. El precio de alquiler de la máquina es de 180 dólares el día de trabajo. Para mayor información ver anexo 13.

- b) El segundo participante es un camión Volvo F10 con tracción en los dos ejes traseros, incorporada una grúa de marca Palfinger modelo M110L83, ubicada en la parte trasera de la plataforma. La grúa tiene capacidad de carga 1400 kilogramos con el brazo extendido a una distancia de 8.3 metros y tienen un momento neto de levantamiento de 106 kilo-newton-metro [kNm]. El proveedor de la maquinaria dice que puede cargar un camión tipo tráiler en 2 horas. El precio de alquiler de la máquina es de 190 dólares.
- c) Encontramos un tercer posible colaborador, que tiene un camión de marca Hino de un solo eje trasero, incorporada una grúa de marca Palfinger modelo PK10000B, ubicada en la parte media del camión (atrás de la cabina de conducción). La grúa tiene capacidad de cargar 5460 kilogramos en su distancia más corta y con la extensión máxima de 10.6 metros carga alrededor de 800 kilogramos. El dueño de la máquina comunicó que nunca ha trabajado con madera y que la velocidad del brazo es lenta porque es una grúa de precisión telescópica que se utiliza en obras civiles/industriales. El costo de alquiler de la máquina es de 40 dólares/hora.

La siguiente actividad se evalúa y se elige con mayor puntaje.

Tabla 10.

Método de ponderación de factores de grúas

MÉTODO DE PONDERACIÓN FACTORES							
Factores	Ponderación	Proveedor A		Proveedor B		Proveedor C	
Costo	28%	5	1,4	4	1,12	2	0,56
Capacidad de levatamiento	22%	3	0,66	4	0,88	5	1,1
Disponibilidad	8%	2	0,16	3	0,24	4	0,32
Capacidad de operadores	20%	4	0,8	3	0,6	3	0,6
Largo del brazo	7%	3	0,21	3	0,21	4	0,28
Velocidad de carga	15%	4	0,6	4	0,6	2	0,3
TOTAL	100%		3,83		3,65		3,16

Como se nota en el cuadro anterior se aprecia que el proveedor “A” es el mejor ponderado ya que tiene la mejor relación precio y velocidad de carga, el proveedor “B” tiene más capacidad de carga, pero su costo es mayor y el participante “C” es el que tiene mayor capacidad de carga, pero su grúa es lenta y no tiene experiencia en el trabajo de madera.

Luego se solicita al proveedor “A” los documentos correspondientes para ejecutar el contrato de trabajo.

Con la selección del nuevo proveedor la eficiencia del aprovechamiento se elevaría de manera significativa porque los tiempos de ciclo se reducirían generando menores tiempos de aprovechamiento y así reduciendo los costos generales en la cosecha.

Entonces, si se reemplaza por los nuevos proveedores en los procesos de transportar árbol y en cargar camión, se necesita realizar un balance de línea para que las máquinas no sean subutilizadas.

4.2. Balanceo de línea con los nuevos proveedores contratados.

Con las secciones 4.1.2 y 4.1.3 ya concluidas se pueden apreciar en el siguiente gráfico que las nuevas maquinarias contratadas son subutilizadas.

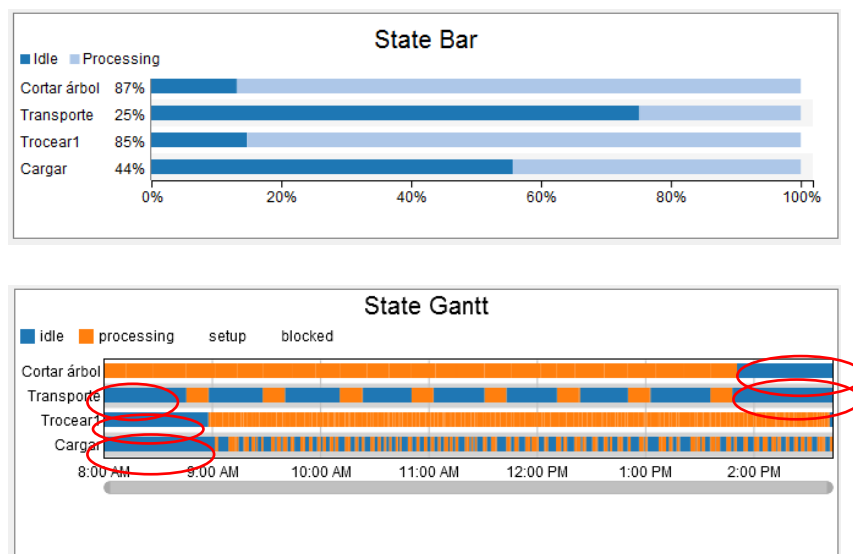


Figura 32. Resultados de porcentajes de tiempos de procesamiento.

Con la anterior simulación (figura) se confirma que contratar los 2 nuevos proveedores sin balancear la línea no beneficia a la organización, entonces se plantea realizar un balance de línea con los nuevos proveedores efectuando un análisis de costos, capacidad de procesamiento y punto de equilibrio.

La propuesta de balance de línea tiene la finalidad de optimizar mediante la coordinación e integración las capacidades de procesamiento de cada proceso. En el siguiente capítulo se demuestra los resultados.

Cabe resaltar que los círculos de rojo en la figura son contabilizados por el programa computacional como tiempos ociosos (idle) pero en realidad el proceso no tiene material o insumos que procesar.

4.3. Propuesta de valor agregado por actividad

También se propone eliminar todas las actividades del proceso de apilar y clasificar porque no agregan valor hacia el cliente y no es necesario en este caso de estudio. En la siguiente tabla se puede apreciar las actividades que agregan valor (color verde) y, otras que no, pero son necesarias (color amarillo). Con la implementación del nuevo proveedor la operación de transporte se reduce en 344 segundos y en las actividades del proceso de cargar camión se espera reducir en 29 segundos.

Tabla 12.

Estudio de valor agregado propuesto.

Macroproceso	Procesos	Actividades	Agrega valor		Necesario		Resumen	Tiempo estándar por actividad de situación actual (seg)	Tiempo estándar por actividad de propuesta 2 (seg)	Diferencia de tiempos (seg)
			Si	No	Si	No				
Aprovechamiento	Cortar	Limpiar maleza del árbol		X	X		Optimizar actividad	203	203	0
		Anotar numeración del árbol		X	X		Optimizar actividad	27	27	0
		Cortar árbol (tumbar)	X		X		Mejorar actividad	219	219	0
		Ir al final de la altura comercial		X	X		Optimizar actividad	66	66	0
		Cortar copa (altura comercial)	X		X		Mejorar actividad	175	175	0
		Ir al siguiente árbol		X	X		Optimizar actividad	134	134	0
	Transportar	Enganchar el árbol a la wincha		X	X		Optimizar actividad	154	74	80
		Transportar árbol hasta patio de acopio	X		X		Mejorar actividad	462	327	135
		Desenganchar árbol		X	X		Optimizar actividad	167	65	102
		Ir al siguiente árbol		X	X		Optimizar actividad	281	254	27
	Trocear	Medir y marcar los cortes del árbol		X	X		Optimizar actividad	26	26	0
		Cortar en trozas	X		X		Mejorar actividad	70	70	0
	Cargar	Cargar tronco		X	X		Optimizar actividad	3	9	-6
		Transportar tronco cargado hasta el camión		X	X		Optimizar actividad	51	22	29
		Apilar tronco en la plataforma	X		X		Mejorar actividad	46	37	9
		Ir al siguiente tronco		X	X		Optimizar actividad	9	12	-3
Despacho	Llenar la documentos legales		X	X		Optimizar actividad	632	632	0	
	Imprimir		X	X		Optimizar actividad	30	30	0	
	Entregar documentos al chofer del camión		X	X		Optimizar actividad	179	179	0	

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se examina las propuestas planteadas en el capítulo anterior, se revisarán los beneficios por medio de un estudio económico, volumen y de tiempos. Este análisis ayudará a tomar de decisiones en caso que sea implementado en un futuro por la empresa, se respaldado el balanceo de línea por medio del software de simulación Flexsim.

5.1. Balanceo de línea de aprovechamiento

5.1.1. Estudio económico, facturación total

Se realiza un estudio económico con el fin de investigar la mayor ganancia entre personal – proveedores – costos, con el fin de optimizar las utilidades de la empresa y aprovechar al máximo las nuevas maquinarias.

Primeramente, se analiza la situación actual de la empresa, con el objetivo de conocer los gastos y costos actuales operacionales. El siguiente estudio de la situación actual se basa en el capítulo 3.

En el anexo 3 se aprecia el inventario hecho por la empresa en donde se detallan el número, circunferencia, altura, diámetro (ecuaciones 1, 2 y 3) y el volumen total del todo el aprovechamiento.

Tabla 13.

Resumen de inventario de Pachaco.

Variedad	Números de árboles	Circunferencia promedia	Altura promedia	Diámetro promedio	Volumen total
Pachaco	97 árboles	158,1 centímetros	19 metros	0,50 centímetros	302 metros cúbicos

Nota: Los 302 metros cúbicos es el volumen total aprobado en la licencia de aprovechamiento por el MAGAP.

En la tabla anterior se realiza un resumen en donde se aprovecharon 97 árboles cultivables con volumen total de 302 metros cúbicos de madera de pachaco.

Sin embargo, los 302 metros cúbicos en árboles en pie calculado, solo se facturaron 260 metros cúbicos, ya que alrededor del 14% al 16% se desecha

como desperdicios. Con la siguiente tabla se resumen el volumen total aprovechado.

Tabla 14.

Resumen de volumen total aprovechado

Volumen total de los árboles en pie	Desperdicio	Volumen total aprovechado
302 metros cúbicos	42 metros cúbicos	260 metros cúbicos

Luego, la organización analiza los precios de compra de cada cliente y así poder segmentar por tipo diámetro de tronco y obtener mayor beneficio neto. En la siguiente tabla se indica el precio de compra de madera en bruto del pachaco, vigente noviembre de 2017 en la empresa E:

Tabla 15.

Precio de compra de la madera en la empresa B-E

Calificación de la madera	Precio por m3 de madera de pachaco	Diámetro del tronco en centímetros
Primera	\$113	Mayor a 40
Segunda	\$103	Entre 39 a 35
Tercera	\$93	Entre 34 a 25
Cuarta	\$83	Entre 24 a 20

Nota: Los precios se actualizan al año por los clientes.

En la tabla anterior se indica los precios por m³ entregado, es decir, si el diámetro se encuentra entre 20 y 24 centímetros el comprador paga 83 dólares el metro cúbico, si se encuentra entre 25 a 34 centímetros de diámetro se paga alrededor de 93 dólares el metro cúbico.

En cliente suma todos los diámetros de todos los troncos sacando un promedio y penaliza con un porcentaje por la simetría del tronco.

En este caso la empresa compradora calificó la madera de segunda categoría pagando 103 dólares por cada metro cubico de madera de pachaco que recibe.

La empresa aprovechó alrededor de 260 metros cúbicos de madera de Pachaco con un precio de 103 dólares cada metro cúbico donde facturó 26780 dólares por 8 días de trabajo.

Tabla 16.

Resumen de facturación total del bosque

Precio por m3 de madera de pachaco	Metros cúbicos aprovechados	Días de trabajo	Facturación total
103 dólares	260 metros cúbicos	8 días	26780 dólares

En la siguiente parte se desglosa los costos que resta a la facturación total.

5.1.2. Costos de la situación actual de la empresa

Los costos de la empresa se dividen en:

- **Compra del bosque**

El costo de compra de los árboles en pie es el más importante y el más fuerte, por lo general el dueño de la propiedad propone el precio de todo el conjunto de árboles. La empresa realiza el análisis y evaluación en la sección 3.2.1.3 para calcular el volumen aprovechable. Si está dentro de la utilidad de la empresa realiza la compra o si no, se negocia.

Tabla 17.

Resumen de costo de compra de árboles

Precio de los 97 árboles	Precio de unitario de cada árbol	Costo por metro cúbico
12610 dólares	130 dólares	48.5 dólares.

Como indica la tabla anterior se realiza la compra de los 97 árboles a un precio de 12610 dólares en la localidad explicado en la sección 3.3.2.

- **Costo operativo de aprovechamiento**

El rubro del costo de aprovechamiento son todos los costos operativos para el cultivo del bosque.

El costo del proceso de inventario que se encuentra en el macro proceso de comprar, la empresa paga alrededor de 30 dólares por día de trabajo, esta operación se realizó en 4 días y con ayuda de 4 personas. En total la empresa pagó 560 dólares por el inventario primario y secundario.

En los procesos de corte y troceado se contratan 2 equipos de motosierras, por el precio de 60 dólares el día de trabajo. El bosque de 97 árboles tuvo un tiempo de explotación de 8 días. En total la empresa pago 960 dólares por 8 días de trabajo con 2 equipos de trabajo

El precio de alquiler del tracto es \$180 el día de trabajo, con 8 días de trabajo se pagó 1440 dólares para el cultivo de los 97 árboles.

En el proceso de cargar al camión se utiliza un grupo de 4 personas para realizar la operación, a cada persona se le paga 50 dólares por camión cargado. En total se pagó 1300 dólares para cargar 6 tráileres y 1 mula.

La parte de alimentación también corre por parte de la empresa, las propiedades a explotar se encuentran distante de los pueblos donde no existen restaurantes o tiendas. La empresa calcula 3.50 dólares por personas en este caso trabajan 10 trabajadores más un supervisor por 8 días da como resultado 308 dólares.

Además, la empresa financia con 50 centavos con el costo de pasaje de algunos trabajadores dando como resultado 40 dólares por todas las jornadas de trabajo.

Y finalmente, la organización incluye un 5% de imprevisto al total con el fin de tener un margen de los costos operativos. En la siguiente tabla se resumen los costos anteriormente descritos.

Tabla 18.

Resumen de costo de aprovechamiento

Rublo	Costo (1)	Número de personas (2)	Días de trabajo (3)	Costo total por la cosecha del bosque (1) *(2) *(3)	Costo por metro cúbico

Proceso de inventario del bosque	35 dólares por día de trabajo	4 personas	4 días	560 dólares	2.15 dólares por metro cúbico
Alquiler de Motosierras (proceso de corte y troceado)	60 dólares por día de trabajo	2 grupos de trabajos	8 días	960 dólares	3.69 dólares por metro cúbico
Proveedor de tractor (transporte)	180 dólares por día de trabajo	1 proveedor	8 días	1440 dólares	5.54 dólares por metro cúbico
Cargadores	50 dólares por camión	4 personas	8 días	1600 dólares	6.15 dólares por metro cúbico
Alimentación	3,50 dólares por día	11 personas	8 días	308 dólares	1.18 dólar por metro cúbico
Transporte	0,50 centavos por día	10 personas	8 días	40 dólares	0.15 dólares por metro cúbicos
SUBTOTAL				4908 dólares	18.87 dólares por metro cúbicos
IMPREVISTO				5%	5%
TOTAL				5153.4 dólares costo de aprovechamiento de todo el bosque	19.82 dólares por metro cúbicos

- **Transporte de madera**

El precio del transporte es directamente proporcional a la distancia de viaje, en este caso el transporte de camión tipo tráiler puede transportar alrededor 40 toneladas por viaje desde el bosque de explotación hacia la empresa B – E que se encuentra en Quinindé, el costo del transporte para esta distancia fue de 600

dólares por viaje, para el transporte de los 260 metros cúbicos de madera se contrató 6 camiones y 1 mula, en total se paga 3900 dólares en este rubro.

Tabla 19.

Resumen de costo del transporte.

Gasto	Costo por viaje * 6.5 viajes	Costo total del transporte	Costo por metro cúbico
Transporte	600 dólares	3900 dólares	15 dólares

- **Gastos administrativos**

La empresa es una microempresa que no cuenta con grandes cantidades de activos y personal, el costo administrativo mensual de: salarios, combustibles y mantención de carros de transporte, es de alrededor de 3000 dólares. Este gasto menciona la gerencia que se amortiza con los bosques cosechados al mes. Sin embargo, ese mes se cosecharon 2 bosques: uno fue el aprovechamiento de 97 árboles Pachaco (referido en esta tesis) y el siguiente bosque fue de laurel de 162 árboles. En este caso lo repartimos por medio de porcentaje de acuerdo al tamaño de árboles en pie, es decir 37% de los gastos administrativos al va al bosque de estudio en resto al bosque de laurel.

Tabla 20.

Resumen de costos administrativos

Gastos	Costo	Costo por metro cúbico
Administrativos	1110 dólares	4.27 dólares

Nota: el costo se amortiza a todos los bosques aprovechados en el mes.

En la tabla anterior se puede apreciar que 4.26 dólares es el costo que se le suma al costo del metro cúbico extraído.

- **Utilidades o ganancia**

Las utilidades es la ganancia bruta para la empresa, es el fruto del servicio brindado hacia los clientes. Cada bosque tiene una utilidad única y varia a las condiciones tanto precio de compra de árboles como gastos operacionales.

Entonces para sacar la utilidad de aprovechamiento de este bosque se debe restar ingresos por los gastos (Izar Landeta, 2016).

Tabla 21.

Resumen de Ganancias netas

Ganancia	Utilidades totales	Utilidades por metro cúbico
Utilidad	4006.6 dólares	15.42 dólares

- **Desglose de general del aprovechamiento de la situación actual**

En rasgos generales del proyecto que fue aprovechado en diciembre de 2017, se fragmenta los costó y utilidad de un metro cúbico de madera:

Tabla 22.

Desglose general de costos y utilidades

Costo y utilidades para la empresa	Costo por metro cúbicos	Desglose del costo del metro cúbico aprovechado	Costo y utilidades por todo el bosque
Compra del árbol	48.5 dólares	47.09%	12610 dólares
Costo de cosecha u operativo	19.82 dólares	19.24%	5153.4 dólares
Costo de transporte	15 dólares	14.56%	3900 dólares
Gastos administrativos	4.27 dólares	4.14%	1110 dólares
Utilidades	15.42 dólares	14.96%	4006.6 dólares
FACTURACIÓN TOTAL	103 dólares	100%	26780 dólares

En la tabla anteriormente descrita se aprecia un desglose de los costos y las utilidades por el pago de cada metro cúbico. Es decir, el cliente paga 103 dólares por metro cúbico recibido del cual el costo de compra de árbol representa el 47.09% del metro cúbico y así sucesivamente con el resto de los rublos expresado en la tabla.

5.1.3. Análisis de costo - beneficio

Como se observa en las secciones anteriores y el capítulo 3, se aprecia que el mayor cuello de botella es generado por la actividad de transporte del árbol. Con la propuesta de implementar un nuevo proveedor con mayor capacidad se soluciona la baja capacidad de arrastre porque está diseñado para jalar 3 o más tallos por viaje.

Se plantea contratar un nuevo proveedor grúa que tiene como objetivo cargar al camión y así reemplazar el proceso manual, se encontró una grúa forestal con capacidad de carga de 2 a 3 troncos a una distancia aproximadamente de 7 metros, máquina tiene una gran movilidad y es muy flexible para trabajos forestales.

5.1.3.1. Situación con nuevos proveedores

En el capítulo 4.2.4., se realiza la simulación con la aplicación de los nuevos proveedores sin balancear la línea de aprovechamiento, es decir que solo se reemplaza la maquinaria, pero se demuestra la reducción significativamente los tiempos de extracción, además genera grandes tiempos ociosos por ende no se realiza un análisis económico de esta situación.

En el siguiente análisis se realiza un primer balance de línea con reubicación de personal.

5.1.3.2. Análisis con reubicación de personal

En el segundo caso se reubica a las 4 personas del proceso de carga a las operaciones de corte del árbol y de trocear. Cabe recalcar que cada nuevo grupo de trabajo tiene: una motosierra, un operador y un ayudante con un costo de 60 dólares el día de trabajo.

La finalidad de este análisis es doblar la capacidad de procesamiento para reducir los días de trabajo y así generar un mejor retorno.

Tabla 23.

Resumen de nueva configuración en los procesos en la propuesta con reubicación de personal

Proceso	Personal	Tiempo de ciclo	Unidad	Capacidad
Cortar árbol	2 grupo de trabajo cada uno con 2 personas	824 seg	1 árbol	Procesa 2 árboles cada 824 seg.
Transportar árbol	Nuevo proveedor trabaja con 2 personas	720 seg	1 árbol	Transporta 2 árboles cada 720 seg.
Trocear árbol	2 grupo de trabajo cada uno con 2 personas	119 seg	1 troza	Procesa 2 troza cada 119 seg.
Cargar árbol	Nuevo proveedor trabaja con 2 personas	80 seg	1 troza	Carga entre 2 a 3 troza cada 80 seg.

En la tabla anterior se expresa los nuevos tiempos de ciclos y la nueva configuración para realizar la siguiente simulación. Se simula el aprovechamiento de 25 árboles, dando como resultado la siguiente imagen:

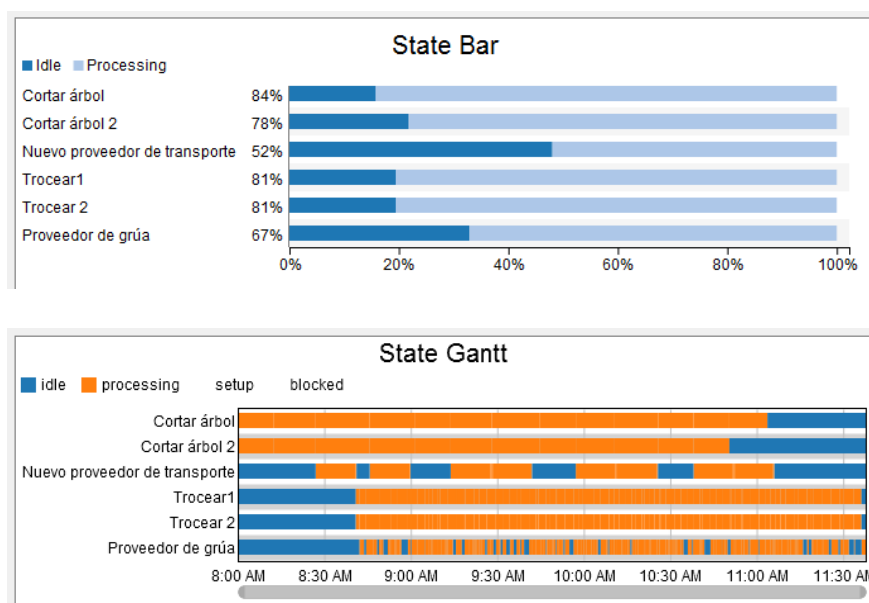


Figura 33. Resultados de tiempo de procesamiento de propuesta con reubicación de personal.

En la imagen anterior se puede ver que el tractor opera al 52% y la grúa opera en un 67% del tiempo total. El tiempo total de cosecha de 25 árboles se rebaja a

3.6 horas. Esto ayudaría a procesar 2 tráileres al día reduciendo los costos totales que se expresan en las secciones posteriores de esta investigación.

Ver diagrama completo se encuentra en el anexo 4.

Análisis económico de la propuesta

Analizando los datos de la simulación anterior nos indica que se procesa un camión tipo tráiler en alrededor de 4 horas, es decir que aplicando esta propuesta se reduce el tiempo de aprovechamiento a la mitad en días de trabajo, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 24.

Resumen de costo de aprovechamiento análisis de propuesta con reubicación del personal

Rublo	Costo (1)	Número de personas (2)	Días de trabajo (3)	Costo total por la cosecha del bosque (1) *(2) *(3)	Costo por metro cúbico
Proceso de inventario del bosque	35 dólares por día de trabajo	4 personas	4 días*	560 dólares	2.15 dólares por metro cúbico
Alquiler de Motosierras (proceso de corte y troceado)	60 dólares por día de trabajo	4 grupos de trabajos	4 días*	960 dólares	3.69 dólares por metro cúbico
Nuevo proveedor de tractor (transporte)	280 dólares por día de trabajo	1 proveedor	4 días*	1120 dólares	4.31 dólares por metro cúbico
Nuevo proveedor de grúa	180 dólares por día	1 proveedor	4 días*	720 dólares	2.77 dólares por metro cúbico
Alimentación	3,50 dólares por día	13 personas	4 días*	182 dólares	0.70 dólar por metro cúbico

Transporte	0,50 centavos por día	10 personas	4 días*	20 dólares	0.08 dólares por metro cúbicos
SUBTOTAL				3562 dólares	13,70 dólares por metro cúbicos
IMPREVISTO				5%	5%
TOTAL				3740.1 dólares costo de aprovechamiento de todo el bosque	14.39 dólares por metro cúbicos

Nota: los 4 días de trabajo son en condiciones normales y en terreno regular.

En la tabla anterior se puede apreciar que algunos costos se mantienen, otros suben y otros bajan significativamente con respecto a los costos operativos de la sección 5.1.2., tabla 18. Con esta mejora de cambio de proveedores y reubicación de personal, se reduce los costos operativos en un 5% a la situación actual y la capacidad de proceso se duplica reduciendo los tiempos de cosecha en la mitad.

En el siguiente análisis se realiza contratando nuevo personal más la reubicación de personas de esta propuesta. En las posteriores secciones se comparan las diferentes situaciones de análisis.

5.1.3.3. Análisis con aumento de personal

La maquinaria alquilada seguiría siendo subutilizada, ver figura 32. Entonces en esta sección se promueve contratar 2 nuevos equipos de trabajo que refuerzan en las operaciones de corte y troceado. Se resume de tiempos de ciclo a continuación:

Tabla 25.

Resumen de nueva configuración en los procesos en la propuesta con aumentado personal

Proceso	Personal	Tiempo de ciclo	Unidad	Capacidad
Cortar árbol	3 grupo de trabajo cada uno con 2 personas	824 seg	1 árbol	Procesa 3 árboles cada 824 seg.
Transportar árbol	Nuevo proveedor trabaja con 2 personas	720 seg	1 árbol	Procesa 3 árboles cada 720 seg.
Trocear árbol	3 grupo de trabajo cada uno con 2 personas	119 seg	1 troza	Procesa 3 troza cada 119 seg.
Cargar árbol	Nuevo proveedor trabaja con 2 personas	80 seg	1 troza	Procesa entre 2 a 3 troza cada 80 seg.

En la simulación del aprovechamiento de 25 árboles dio los siguientes resultados:

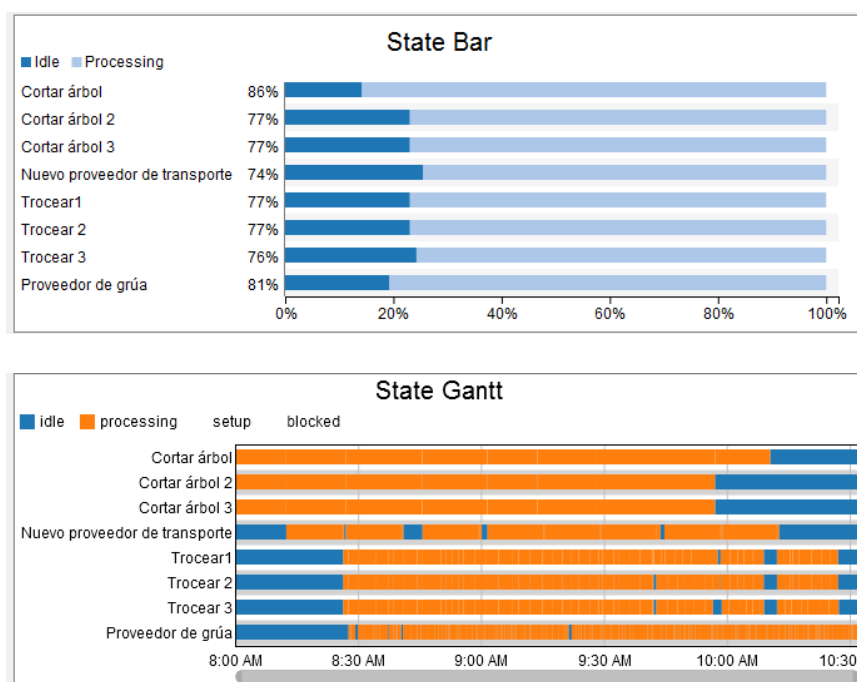


Figura 34. Resultados de tiempo de procesamiento de propuesta con aumento de personal.

En la figura anterior se observa que los tiempos de procesos se encuentran relativamente balanceados, es decir que todos los procesos y equipos de trabajos poseen las mismas cargas de laboral de alrededor del 78%. Y en tiempo se reduce a 2.5 horas para completar un camión en su máxima capacidad.

El diagrama de la simulación del Flexsim se encuentra en el anexo 5.

Análisis económico de la propuesta

Para este análisis de costos, el software da como resultado 2.5 horas para cargar un camión, entonces si las condiciones son ideales todo el bosque de 260 metros cúbicos de madera puede ser aprovechable en 2 días de trabajo para llenar 6 camiones y el tercer día se utilizaría para completar una mula. Para este caso de estudio se redondea a 3 días trabajo.

Tabla 26.

Resumen de costo de aprovechamiento análisis de propuesta con aumento de personal

Rublo	Costo (1)	Número de personas (2)	Días de trabajo (3)	Costo total por la cosecha del bosque (1) *(2) *(3)	Costo por metro cúbico
Proceso de inventario del bosque	35 dólares por día de trabajo	4 personas	4 días	560 dólares	2.15 dólares por metro cúbico
Alquiler de Motosierras (proceso de corte y troceado)	60 dólares por día de trabajo	6 grupos de trabajos	3 días	1080 dólares	4.15 dólares por metro cúbico
Nuevo proveedor de tractor (transporte)	280 dólares por día de trabajo	1 proveedor	3 días	840 dólares	3.23 dólares por metro cúbico
Nuevo proveedor de grúa	180 dólares por día	1 proveedor	3 días	720 dólares	2.08 dólares por metro cúbico

Alimentación	3,50 dólares por día	17 personas	3 días	182 dólares	0.69 dólar por metro cúbico
Transporte	0,50 centavos por día	12 personas	3 días	20 dólares	0.07 dólares por metro cúbicos
SUBTOTAL				3216.5 dólares	12.37 dólares por metro cúbicos
IMPREVISTO				5%	5%
TOTAL				3377.3 dólares costo de aprovechamiento de todo el bosque	12.99 dólares por metro cúbicos

En la tabla antepuesta la propuesta no tiene un crecimiento muy lucrativo como la sección 5.1.3.2, puesto que se optimiza alrededor de 1.4% de la propuesta anterior.

5.2. Análisis entre situación actual y propuestas

En este análisis se compara la situación actual (capítulo 3) con las propuestas y análisis planteados.

5.2.1. Costos en aprovechamiento

El único costo que se puede modificar por medio de esta tesis es el costo de aprovechamiento. En la siguiente tabla se detalla en síntesis todas las situaciones económicas del estudio.

Tabla 27.

Resumen de las situaciones económicas

	Situación actual	Situación planteada con reubicación del personal	Situación planteada con aumento de personal
Proceso de inventario del bosque	560 dólares	560 dólares	560 dólares

Alquiler de Motosierras (proceso de corte y troceado)	960 dólares	960 dólares	1080 dólares
Nuevo proveedor de tractor (transporte)	1440 dólares	1120 dólares	840 dólares
Nuevo proveedor de grúa	1600 dólares	720 dólares	540 dólares
Alimentación	308 dólares	182 dólares	178.5 dólares
Transporte	40 dólares	20 dólares	18 dólares
SUBTOTAL	4908 dólares	3562 dólares	3216.5 dólares
IMPREVISTO	5%	5%	5%
TOTAL	5153.4 dólares	3740.1 dólares	3377.3 dólares
Número de obreros, contratistas y supervisores	11 personas	13 personas	17 personas
Volumen aprovechado diario	40 metros cúbicos	80 metros cúbicos	120 metros cúbicos
Total, de días de trabajo	8 días	3.25 días* = 4 días	2.16 días* = 3 días

Nota: *en teoría, ya que en realidad los proveedores cobran por un día de trabajo. Es por eso que en el estudio los costos se redondean al entero superior.

En la tabla anterior, podemos apreciar que los precios son directamente proporcionales a los días de trabajos, la organización contaba que entre más barata las máquinas (tractor) se pagaba menos, pero en realidad costaba más.

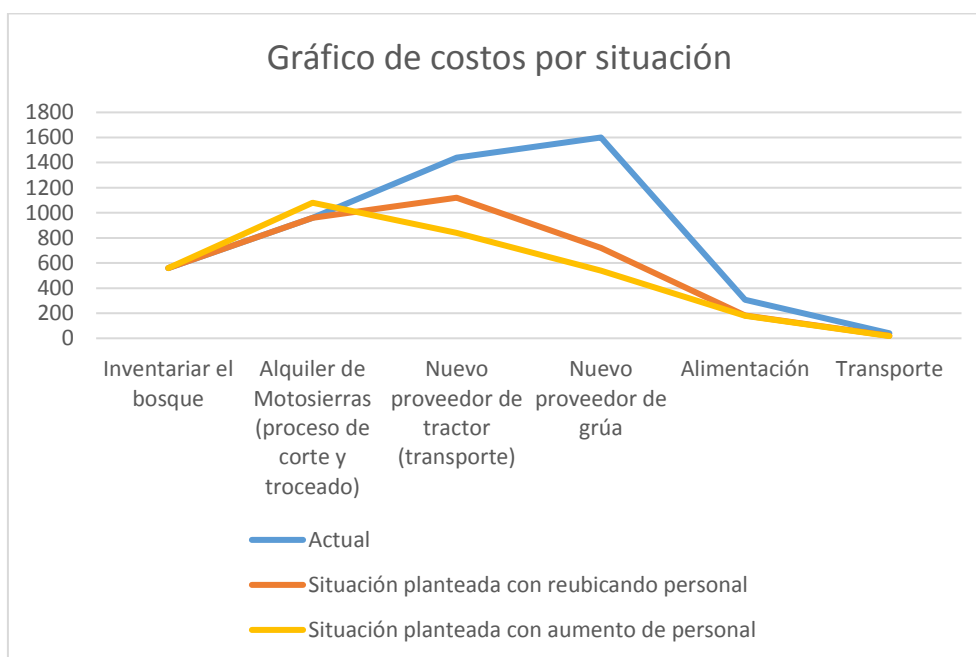


Figura 35. Costos por situaciones planteadas.

En la figura anterior se observa la representación de los costos totales de la situación actual y las 2 propuestas planteadas del aprovechamiento del bosque de 97 árboles.

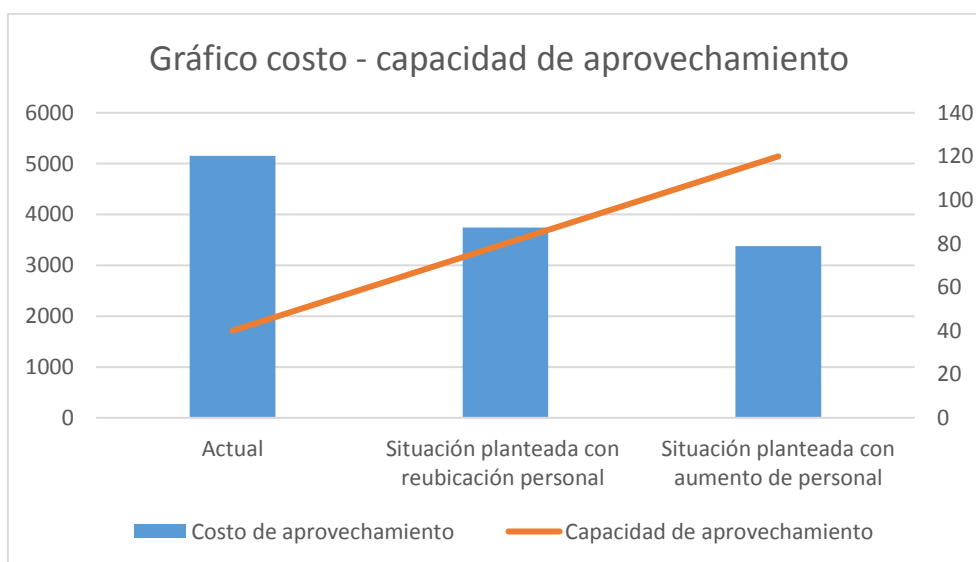


Figura 36. Costo vs capacidad de aprovechamiento.

En la figura anterior, el costo baja si la capacidad de aprovechamiento aumenta ya que entre más rápido se cosecha mejor retorno se obtiene.

5.2.2. Comparación económica entre propuestas

Sabiendo que la empresa aprovechó y vendió alrededor de 260 metros cúbicos de madera de Pachacho a la empresa B – E ubicada cerca de Quinindé provincia de Esmeraldas, y facturó 26780 dólares en 8 días de trabajo.

Tabla 28.

Resumen de Gastos, utilidades y rentabilidad de las situaciones planteadas.

	Situación actual (1)	Situación planteada con reubicación del personal (2)	Situación planteada con aumento de personal (3)
Costos de compra del bosque	12610 dólares	12610 dólares	12610 dólares
Costo de Aprovechamiento	5153.4 dólares	3740.1 dólares	3377.3 dólares.
Costo de transporte	3900 dólares	3900 dólares	3900 dólares
Costo administrativo	1110 dólares	1110 dólares	1110 dólares
TOTAL DE GASTO	22773.4 dólares	21360.1 dólares	20997.3 dólares
UTILIDADES	4006.6 dólares	5419.9 dólares	5782.7 dólares
RENTABILIDAD	14.96%	20.24%	21.59%
INDICE DE RENTABILIDAD	-	+5.28%	+6.63%

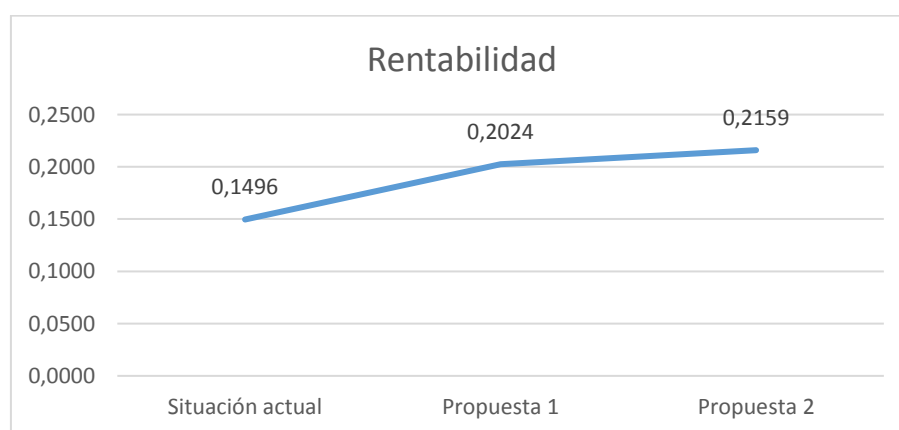


Figura 37. Representación gráfica de rentabilidad de propuestas.

Observando la tabla 26, la situación actual posee una de rentabilidad de aproximadamente del 15%, entonces la ganancia en la primera situación

planteada con reubicación del personal fue alrededor de 20% que representa un incremento de 5.28% con la situación actual y, el lucro de la segunda propuesta es de 21.6% con un margen de utilidad 6.63% con la situación actual.

5.2.3. Capacidad de aprovechamiento volumétrica

En cuanto a capacidad volumétrica de la línea, el estudio demuestra que cambiando proveedores y balanceando la línea casi triplica la capacidad de aprovechamiento. Ver figura 37.

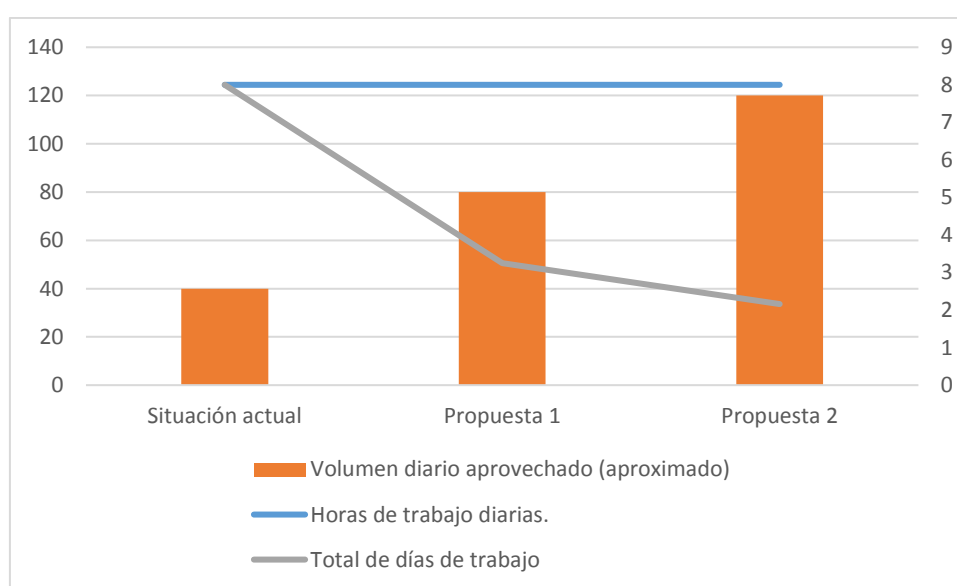


Figura 38. Volumen diario vs horas de trabajo vs días de trabajo.

En la figura indica que el volumen aprovechado diario es directamente proporcional a los días de trabajo, entre más volumen se cultive al día más barato se amortiza el alquiler del tractor y la grúa.

5.2.4. Punto de equilibrio entre costo por metro cúbico – número de personas contratadas.

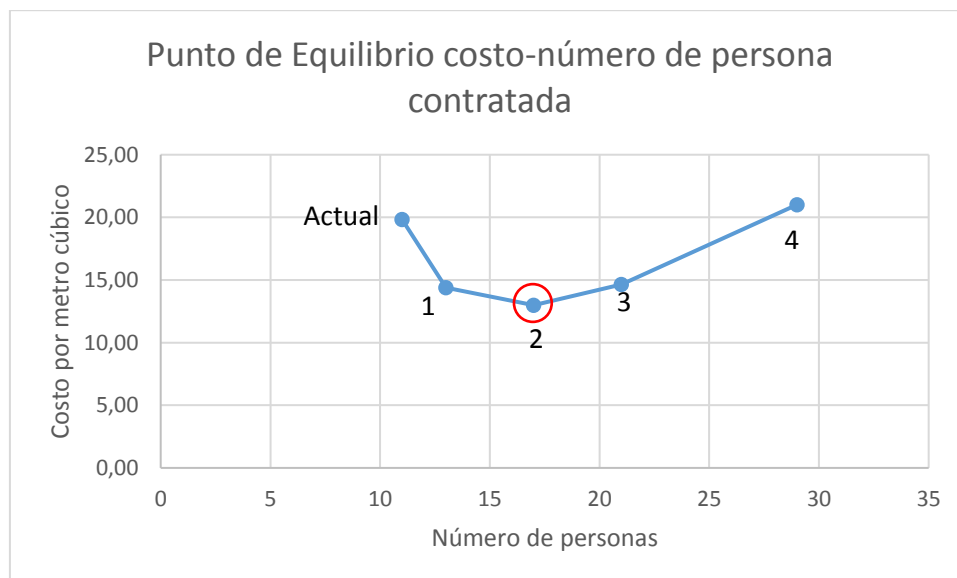


Figura 39. Punto de equilibrio costo vs personas contratadas.

La figura muestra que la propuesta 2 es que tiene el costo de aprovechamiento por metro cúbico cosechado más bajo con un equipo de trabajo de 3 grupos de cortadores, 1 proveedor del tractor, 3 equipos de troceadores y 1 proveedor de grúa, se aprovecha al máximo la capacidad de transporte del tractor y grúa. Además, se realizó un pronóstico incluyendo más personas, pero no doblando la capacidad de las máquinas dando como consecuencia nuevos cuellos de botellas en las operaciones de transporte y carga. Y en el punto cuatro se doblan la capacidad de las maquinarias y se aumenta a 10 grupos de trabajo en corte y troceado respectivamente pero el precio se eleva considerablemente perdiendo rentabilidad.

Cabe mencionar que esta propuesta es para el aprovechamiento de un bosque de 97 árboles, la propuesta 4 serviría para bosque de volúmenes mayores porque los costos de aprovechamiento son directamente proporcionales al tiempo de extracción.

5.3. VSM propuesto

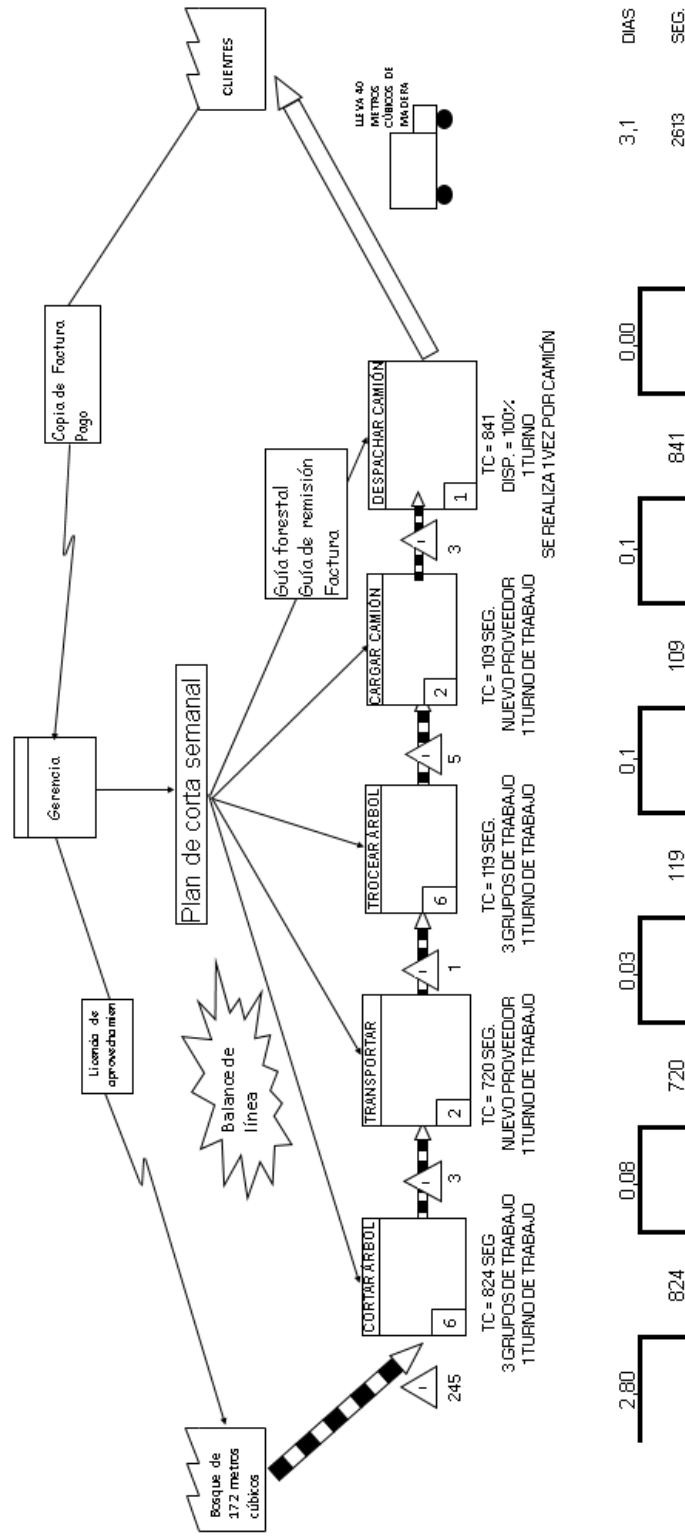


Figura 40. VSM propuesta con aumento de personal

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Para la optimización de la cadena de valor en el proceso de cosecha de una plantación maderera. Se identificaron los problemas por medio de herramientas de VSM, *Tack Time*, diagrama de Pareto y diagrama causa – efecto. Dando como resultado 3 causas principales y se propuso acciones de mejora y análisis en cada una.

Debido al elevado tiempo de ciclo y paras no programadas en el proceso de transporte se propuso implementar un nuevo proceso de selección con el objetivo de cambiar y/o renovar de proveedor, dentro del diagrama (sección 4.1.1.) en la actividad de evaluación se utiliza el método de ponderación de factores que tiene la finalidad de calificar y seleccionar de manera objetiva de acuerdo a las necesidades de la empresa.

Con el proceso descrito se realizó una convocatoria para reemplazar el antiguo proveedor de tractor de transporte forestal, seleccionando una nueva máquina con el triple de capacidad de carga que el actual, pero con un mayor precio de alquiler.

Además, dado que existe exceso de trabajo en el proceso de carga, se prioriza la selección de un nuevo proveedor que reemplace las 4 personas, se realiza el proceso de selección y se selecciona una grúa con capacidad de cargar un camión en 2 horas.

Para mayor beneficio se realiza un balance de línea y se valida por intermedio de un software, dando como mejor configuración capacidad – costo, la siguiente distribución: 3 grupos de trabajo (motosierrista y ayudante) para el proceso corte, nuevo proveedor para el proceso de transporte, 3 grupos de trabajo (motosierrista y ayudante) para el troceado y una grúa forestal para cargar el camión. Con esa proporción se redujo de 8 a 3 días la operación de cosecha de 97 árboles de Pachaco (ver figura 37), elevando la rentabilidad en un 6.63% (ver tabla 27), y proporcionando un rendimiento de operacional del 74% en caso del

tractor y 81% de la grúa (ver figura 33). Estas propuestas no necesitan de grandes inversiones ni un cronograma de implementación porque la organización trabaja por contrato de prestación de servicio, es decir que en la siguiente cosecha se puede implementar esta tesis.

6.2. Recomendaciones

El anexo 2 se propone una propuesta para la reducción de paras en el tractor, está enfocada en promover nuevos requisitos a los proveedores actuales con la finalidad de mejorar la disponibilidad y mejorar las capacidades de la maquinaria.

Se recomienda que se haga un estudio sobre el aprovechamiento de los desechos de madera generados por los factores de aprovechamiento de los árboles, los desechos bordean alrededor de entre 14% a 16% de madera de Pachaco no utilizada.

Es importante que la empresa implemente el uso de equipos de protección personal, es un trabajo con alto índice de riesgos. De esta manera se reducirían las paras por incidentes y los accidentes laborales.

Se recomienda eliminar la operación de apilar y clasificación en bosque con un solo cliente, porque no agrega ningún tipo de valor agregado hacia el cliente final.

Para optimización de la propuesta planteada se recomienda que los bosques que van aprovecharse sean mayores a 100 árboles para que los rendimientos económicos sean apreciables, puesto que en plantaciones pequeñas se recomienda utilizar la propuesta uno (sección 5.1.3.2) que tiene menor capacidad volumétrica pero mejor administración. Cabe recalcar que cada bosque a aprovecharse es un caso de estudio diferente, se recomienda realizar un pequeño análisis antes de comenzar la explotación con la finalidad de obtener los mejores beneficios.

REFERENCIAS

- Asoteca. (2013). Licencia de Aprovechamiento Forestal y guía de Circulación de Madera. Recuperado el 12 de junio del 2018 de Asociación Ecuatoriana de Productores y Comercializadores de Teca y Maderas Tropicales: <https://www.asoteca.org.ec/licencia-de-aprovechamiento-foresta-y-guia-de-circulacion-de-madera/>
- Browsersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2007). Administración y logística en la cadena de suministro. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana.
- Coyle, J. (2018). Administración de la cadena de suministro: una perspectiva logística. Ciudad de México: Cengage Learning.
- Cuatrecasas, L. (2010). Lean management: la gestión competitiva por excelencia. Barcelona: Profit Editorial.
- de Arbulo López, P. R. (2007). La gestión de coste en lean manufacturing. Coruña: Netbiblo, S.L.
- Easterlund, P. (2016). TractorData LLC. Recuperado el 25 de mayo del 2018 de: <http://www.tractordata.com/farm-tractors/000/3/5/356-international-harvester-784.html>
- Galgano, A. (1995). Los siete instrumentos de la calidad total. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- Gillet-Goinard, F., & Seno, B. (2014). La caja de herramientas... Control de Calidad. México. D.F: Grupo Editorial Patria S.A. de C.V.
- Global Consult. (2007). Planificación estratégica transformación y comercialización de madera en el Ecuador. Recuperado el 8 de abril del 2018 de: www.Ecuadorforestal.org: https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_Industrias.pdf

- Izar Landeta, J. M. (2016). Contabilidad administrativa. IMCP Instituto Mexicano de Contadores Públicos.
- Lean Six Sigma Institute, S.C. (2014). Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios (Segunda ed.). Barcelona: ICG Marge SL.
- López Fernández, R. (2010). Logística Comercial. Madrid: Edificiones Paraninfo, SA.
- Lyonnet, P. (1989). Los metodos de la calidad total. Madrid: Días De Santos, S.A.
- MAGAP. (2014). Acuerdo ministerial No. 327. Instructivo que regula la elaboración, aprobación y ejecución de los programas corta, las licencias de aprovechamiento forestal y las guías de circulación de plantaciones forestales comerciales. Recuperado el 26 de junio del 2018 de <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/Instructivo-que-regula-la-elaboraci%C3%B3n-aprobaci%C3%B3n-y-ejecuci%C3%B3n-de-los-programas-de-cortalicencias-de-aprovechamiento-forestal-y-gu%C3%ADas-de-circulaci%C3%B3n-de-plantaciones-forestales-comerciales.pdf>.
- NTC ISO 9001. (2015). ISO 9001, Sistema de gestión de la calidad. Requisitos. Quito: Icontec.
- Olaya, G. (f.s). Tópicos de valuación Forestal. Recuperado el 11 de mayo del 2018 de SlideShare: <https://es.slideshare.net/alvinmoreno/avaluacin-forestal-iiiluz>
- Pardo Álvarez, J. M. (2017). Gestión por procesos y riesgo operacional. Madrid: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Peragachi, M. L. (2004). Optimización de procesos la concesión de radiofrecuencias en el Ecuador. Quito: Corporación Editora Nacional.
- Pérez Marqués, M. (2010). Metodología seis sigma a través de excel. Madrid: RC Libros.

- Pérez, Y., Ríos, C., & Reyes, R. (2017). Variables dasométricas relacionadas con la productividad de *Acacia mangium* Willd. Centro de investigaciones agropecuarias, 8.
- Rajedell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2010). Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Rey Sacristán, F. (2003). Técnicas de resolución de problemas. Madrid: FC Editorial.
- SRI. (2010). Decreto No. 430 del Servicio de rentas internas. Reglamento de comprobantes de venta, retención y documentos complementarios, Capítulo IV. Recuperado el 28 de mayo del 2018 de <http://www.sri.gob.ec/BibliotecaPortlet/download/6990a5ae-7f05-4065-9-929-a62de63406c7/Reglamento+de+Comprobantes+de+Venta+%281%29.pdf>
- STIHL Holding. (f.s). Stihl. Recuperado el 3 de mayo del 2018 de Motosierras de gasolina para trabajos forestales: <https://www.stihl.es/Productos-STIHL/Motosierras-y-podadoras-de-altura/0130/Motosierras-de-gasolina-para-trabajos-forestales.aspx>
- Vinueza, M. (2012). Ecuador forestal. Recuperado el 19 de abril del 2018 de <http://ecuadorforestal.org/>: <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-n-2-pachaco/>

ANEXOS

Anexo 1: Carta de confidencialidad de Datos

CARTA DE CONFIDENCIALIDAD DE DATOS

Quevedo, 4 de junio de 2018

Por medio de la presente, la empresa de servicio forestal descrita en el trabajo de titulación con el tema “propuesta de optimización de la cadena de valor para el proceso de cosecha de una plantación maderera en una empresa de servicios forestales.” certifica que los datos e información solicitados y entregado a Marco Gándara son verdadero y auténticos para el uso exclusivo de su tesis, resaltando de manera sensible que se utilice seudónimos en nombres de clientes, proveedores y empleados para no alterar las relaciones interpersonales e interinstitucionales de la empresa.

Atentamente

Gerente de empresa de servicio forestal.

Anexo 2: Propuesta de reducción de paras de mantenimiento para proveedores actuales.

PROPUESTA

La primera propuesta va enfocada en promover nuevos requisitos a los proveedores actuales con la finalidad de mejorar la disponibilidad y mejorar las capacidades de la maquinaria. Aplica para motosierras, tractor u otras máquinas.

Los requisitos son:

- a) La maquinaria debe tener un plan de mantenimiento de acuerdo a la ficha técnica y presentar antes del aprovechamiento de un bosque.
- b) Los operadores de la maquinaria deberán ser capacitados en el uso y capacidades de la maquinaria.
- c) El proveedor deberá llevar los insumos y herramientas necesarias para realizar reparaciones repentinas y/o operaciones comunes (combustible) para la maquinaria.
- d) En el caso del tractor, debe usar contrapesos en la parte delantera para mejorar la tracción y poder elevar la capacidad de transportes (si aplica).
- e) El personal del contratista de la maquinaria deberá utilizar equipo de protección personal de acuerdo a la legislación vigente.

Básicamente los dos primeros puntos son los muy necesarios para mejorar significativamente los rendimientos y operación de la maquinaria, el primero es enfocado en mejorar las paras de la máquina y la otra es mejorar el rendimiento con la experticia, pericia y experiencia de los operadores.

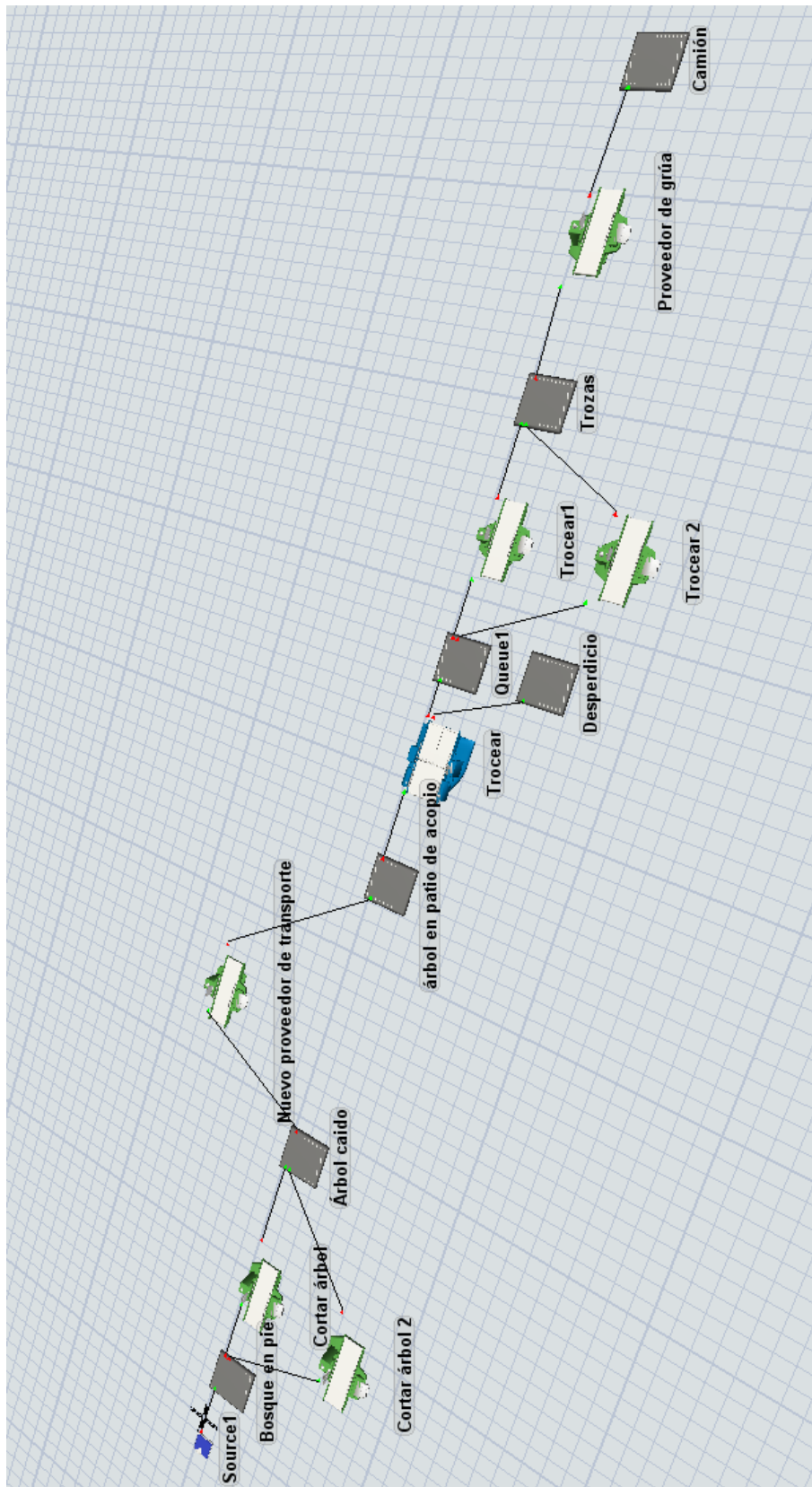
Anexo 3: Inventario del bosque Pueblo Viejo. Octubre 2017

Número	Circunferencia [cm]	Altura [m]	Diámetro [cm]	Volumen [m3]
1	253	22	0,805322129	7,8
2	237	24	0,754392666	7,5
3	212	22	0,674815381	5,5
4	168	20	0,534759358	3,1
5	147	20	0,467914439	2,4
6	250	24	0,795772855	8,4
7	178	23	0,566590272	4,1
8	110	16	0,350140056	1,1
9	187	17	0,595238095	3,3
10	248	23	0,789406672	7,9
11	220	23	0,700280112	6,2
12	215	23	0,684364655	5,9
13	150	15	0,477463713	1,9
14	174	20	0,553857907	3,4
15	152	20	0,483829896	2,6
16	128	15	0,407435702	1,4
17	244	24	0,776674306	8,0
18	187	21	0,595238095	4,1
19	112	16	0,356506239	1,1
20	177	21	0,563407181	3,7
21	197	22	0,627069009	4,8
22	150	20	0,477463713	2,5
23	209	23	0,665266106	5,6
24	140	20	0,445632799	2,2
25	205	22	0,652533741	5,2
26	143	20	0,455182073	2,3
27	232	22	0,738477209	6,6
28	179	20	0,569773364	3,6
29	160	18	0,509294627	2,6
30	113	15	0,35968933	1,1
31	149	20	0,474280621	2,5
32	144	18	0,458365164	2,1
33	160	20	0,509294627	2,9
34	160	20	0,509294627	2,9
35	93	10	0,296027502	0,5
36	157	21	0,499745353	2,9
37	152	20	0,483829896	2,6
38	147	15	0,467914439	1,8
39	186	22	0,592055004	4,2
40	189	22	0,601604278	4,4

41	182	21	0,579322638	3,9
42	115	10	0,366055513	0,7
43	187	23	0,595238095	4,5
44	170	22	0,541125541	3,5
45	80	8	0,254647313	0,3
46	260	24	0,827603769	9,0
47	288	23	0,916730328	10,6
48	174	22	0,553857907	3,7
49	179	20	0,569773364	3,6
50	114	15	0,362872422	1,1
51	100	23	0,318309142	1,3
52	149	21	0,474280621	2,6
53	80	9	0,254647313	0,3
54	171	22	0,544308633	3,6
55	157	20	0,499745353	2,7
56	199	23	0,633435192	5,1
57	158	22	0,502928444	3,1
58	78	8	0,248281131	0,3
59	167	20	0,531576267	3,1
60	178	20	0,566590272	3,5
61	157	20	0,499745353	2,7
62	149	14	0,474280621	1,7
63	122	15	0,388337153	1,2
64	144	21	0,458365164	2,4
65	156	20	0,496562261	2,7
66	205	21	0,652533741	4,9
67	149	17	0,474280621	2,1
68	196	22	0,623885918	4,7
69	155	20	0,49337917	2,7
70	111	24	0,353323147	1,6
71	98	23	0,311942959	1,2
72	180	22	0,572956455	4,0
73	91	12	0,289661319	0,6
74	129	18	0,410618793	1,7
75	75	10	0,238731856	0,3
76	108	14	0,343773873	0,9
77	169	21	0,53794245	3,3
78	194	21	0,617519735	4,4
79	107	15	0,340590782	1,0
80	96	13	0,305576776	0,7
81	133	22	0,423351159	2,2
82	158	23	0,502928444	3,2
83	149	22	0,474280621	2,7

84	127	22	0,40425261	2,0
85	147	21	0,467914439	2,5
86	179	21	0,569773364	3,7
87	108	16	0,343773873	1,0
88	122	16	0,388337153	1,3
89	132	21	0,420168067	2,0
90	161	22	0,512477718	3,2
91	194	20	0,617519735	4,2
92	147	19	0,467914439	2,3
93	95	12	0,302393685	0,6
94	120	18	0,38197097	1,4
95	172	22	0,547491724	3,6
96	122	19	0,388337153	1,6
97	80	13	0,254647313	0,5

Anexo 4: Modelo 3D en Flexsim propuesta de mejora con reubicación de personal




Anexo 5: Modelo 3D en Flexsim propuesta de mejora con aumento de personal




Anexo 6: Licencia de aprovechamiento forestal del bosque de los 97 árboles.

PROGRAMA DE CORTA EN



Ministerio de
Agricultura, Ganadería,
Acuicultura y Pesca

**LICENCIA DE APROVECHAMIENTO
FORESTAL**
CÓDIGO DE LA LICENCIA: 5265 [redacted]
TIPO DE LICENCIA: LICENCIA TOTAL



El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca confiere la presente Licencia de Aprovechamiento Forestal al señor(a): **BO [redacted]** para que, en sujeción al respectivo **PROGRAMA DE CORTA EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES No. PA [redacted] 52**, aprobado por esta Oficina Técnica proceda al aprovechamiento de [redacted] metros cúbicos de madera en **0.50 Hectáreas** en el predio ubicado en el sitio **FLORENTINA**, parroquia **PUEBLOVIEJO**, cantón **PUEBLO VIEJO** provincia **LOS RIOS**

VOLUMEN DE MADERA A SER APROVECHADO:

NOMBRE COMÚN	VOLUMEN A APROVECHARSE POR ESPECIE
PACHACO, MANGU CASPI, TANKAM (Schizolobium parahybum)	302.54
TOTAL:	302.54


A más de lo expuesto, el beneficiario se compromete a:

1. Cumplir con todo lo estipulado en la codificación de la Ley Forestal y normas vinculadas con el aprovechamiento de Plantaciones Forestales con Fines Comerciales.
2. Ceñirse estrictamente al programa aprobado.
3. Someterse a las inspecciones periódicas por parte del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca y / o sus delegados, con el fin de verificar el cumplimiento del programa aprobado.

La presente licencia tiene un plazo de duración de 180 días desde la fecha de su expedición y se la concede a todo riesgo del interesado, dejando a salvo derechos de terceros.

MAGAP - Babahoyo, a 2017-[redacted] 0:52

[redacted] VA
ING RU [redacted] VA
RESPONSABLE DE APROVECHAMIENTO FORESTAL COMERCIAL



Subsecretaría de Producción
Ministerio de
Agricultura, Ganadería,
Acuicultura y Pesca **Forestal**
OFICINA TÉCNICA LOS RIOS



**PROGRAMA DE CORTA EN
PLANTACIONES FORESTALES
COMERCIALES
PROGRAMA APROBADO**

En función a la verificación técnica y legal de la documentación, el PROGRAMA DE CORTA EN PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES con código PAI [redacted] es **APROBADO**

Registro de Solicitud

Fecha de Solicitud: 2017-0 [redacted] 8
 Código del programa: PA [redacted]
 Registrado por el Ejecutor: M [redacted] S - C.I./R.U.C:
 1 [redacted] 7
 Fecha de Aprobación: 20 [redacted] 2

Registro del Propietario/Posesionario

Nombre: [redacted]
 C.I. / R.U.C.: [redacted] 5
 Dirección: [redacted] L
 Teléfono:
 Celular:
 Mail:

APROBACIÓN VOLÚMENES ESPECIES

ESPECIE	NÚMERO ÁRBOLES	VOLUMEN SOLICITADO	VOLUMEN APROBADO
PACHACO, MANGU CASPI, TANKAM (Schizolobium parahybum)	97	[redacted]	[redacted]
TOTALES	97	[redacted]	[redacted]

Nosotros, los que a continuación firmamos, aseguramos que la información contenida en el presente documento es verdadera y nos comprometemos a cumplir estrictamente lo estipulado en la Normativa Forestal Vigente.

APROBADO POR:

G [redacted] O
 EJECUTOR
 Representante Legal de G [redacted] O

ING F [redacted] A
 RESPONSABLE DE APROVECHAMIENTO FORESTAL COMERCIAL

Subsecretaría de Producción
 Ministerio de
 Agricultura, Ganadería,
 Acuicultura y Pesca
Forestal
 OFICINA TÉCNICA LOS RÍOS

Anexo 7: Guía de transporte de forestal



3 [redacted] 4

Programa: PA [redacted] 9

Licencia: 51 [redacted] 2

Origen

Destino

Propietario

Nombres y Apellidos: M [redacted] Y
 Razón Social: M [redacted] Y
 R.U.C.: 1 [redacted]

Ejecutor

Nombres y Apellidos: G [redacted] O
 Razón Social: G [redacted] O
 R.U.C.: 1704166287

Ubicación

Provincia: LOS RÍOS
 Cantón: VALENCIA
 Parroquia: VALENCIA
 Sitio: PICE

Industria Forestal

Nombre Sucursal: - Sucursal - 2
 Razón Social: EI [redacted] A.
 R.U.C.: 17 [redacted] M
 Dirección: EI [redacted] A.
 Teléfono: 0 [redacted]
 Provincia: PICHINCHA
 Cantón: PUERTO QUITO
 Parroquia: PUERTO QUITO

Datos Vehículo:

Color Vehículo: BLANCO
 Placa Vehículo: TI [redacted] 4
 Marca de Vehículo: CHEVROLET / GENERAL MOTORS / OMNIBUS BB / BOTAR
 Tipo de Vehículo: Plataforma

Válida desde: 2017-04-25 16:00:00 hasta: 2017-04-26 09:00:00 tiempo en horas: 17

DETALLE DE PRODUCTOS INGRESADOS

N. PRODUCTO	COD. ESPECIE	NOMBRE COMEN	LARGO	DIAMETRO/ ESPESOR	ANCHO	UNIDADES	VOLUMEN APROVECHADO	VOLUMEN MOVILIZADO
1	18958	PACHACO, MANGU CASPL TANKAM (Schizolobium parahybum)	2.60	0.25	0	20	2.55	2.55
2	18958	PACHACO, MANGU CASPL TANKAM (Schizolobium parahybum)	2.60	0.30	0	17	3.12	3.12
3	18958	PACHACO, MANGU CASPL TANKAM (Schizolobium parahybum)	2.60	0.35	0	12	3	3
4	18958	PACHACO, MANGU CASPL TANKAM (Schizolobium parahybum)	2.60	0.40	0	11	3.59	3.59
5	18958	PACHACO, MANGU CASPL TANKAM (Schizolobium parahybum)	2.60	0.50	0	8	4.08	4.08
6	18958	PACHACO, MANGU CASPL TANKAM (Schizolobium parahybum)	2.60	0.45	0	9	3.72	3.72
TOTAL MOVILIZADO							20.06	

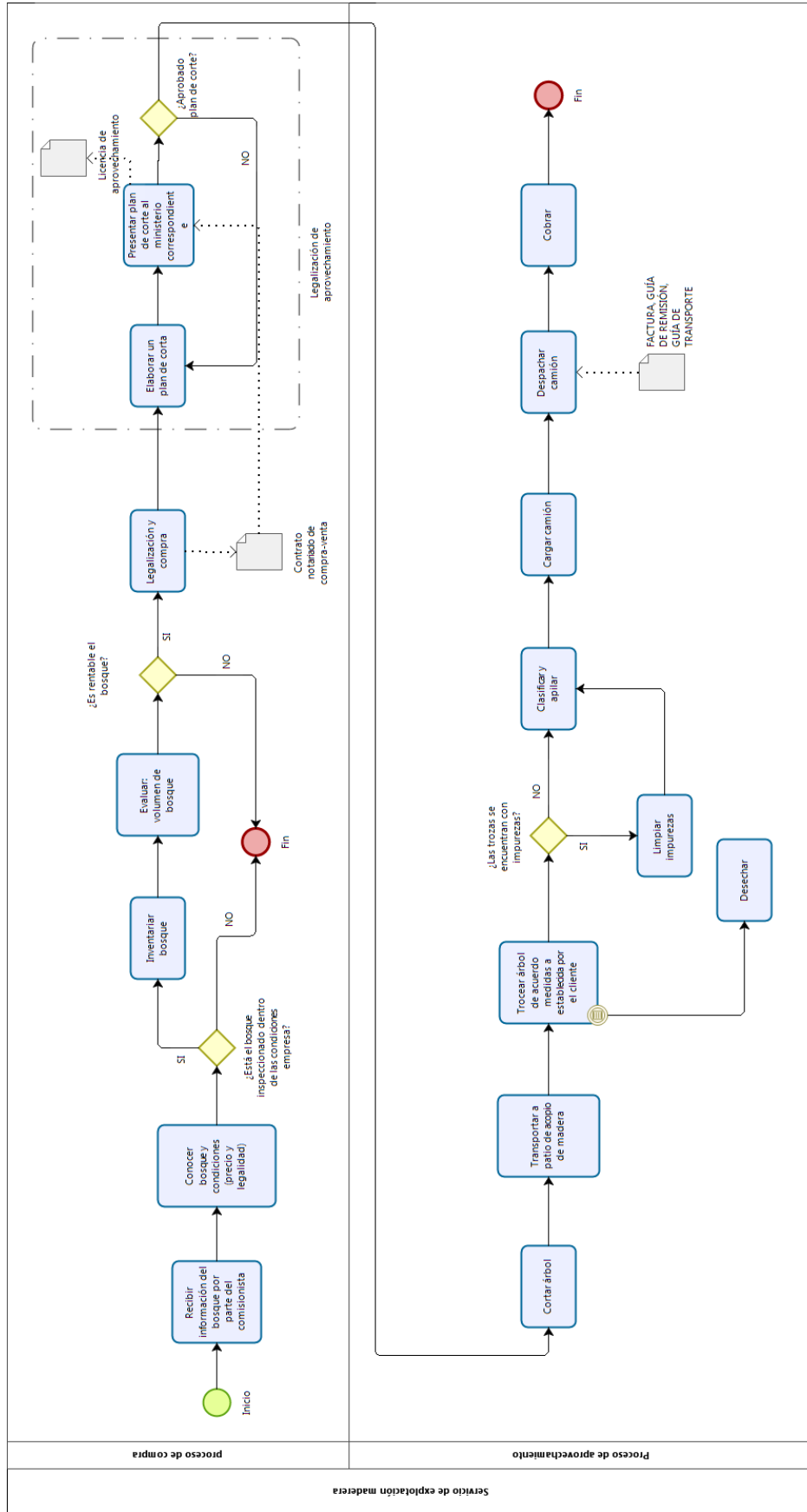
Declaro que los datos en esta guía se apegan a la verdad y en caso contrario, asumo las responsabilidades legales conforme a los artículos 78 y 94 de la Codificación de la Ley Forestal y Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre.

[redacted]

EJECUTOR



Anexo 8: Procesos de aprovechamiento de madera



Tiempo estándar

TIEMPO ESTANDAR DEL MACROPROCESO DE APROVECHAMIENTO

Proceso	Tiempo estándar del proceso (seg)	Desviación estándar del proceso	Número de operadores del proceso	Actividades	Tiempo promedio (seg)	Suplementos	Tiempo estándar (seg)	Desviación estándar
Corte de árbol	824	76	2 personas	Limpiar maleza del árbol	177	13%	203	17
				Anotar numeración del árbol	24	11%	27	4
				Cortar árbol (tumbiar)	171	22%	219	68
				Ir al final de la altura comercial	55	17%	66	5
				Cortar copa (altura comercial)	138	21%	175	17
			Ir al siguiente árbol	111	17%	134	13	
Transporte de árbol	1064	47	2 personas	Enganchar el árbol a la wincha	137	11%	154	2
				Transportar árbol hasta patio de acopio	402	13%	462	37
				Desenganchar árbol	149	11%	167	4
				Ir al siguiente árbol	250	11%	281	6
Troceado de árbol	119	16	2 personas	Medir y marcar los cortes del árbol	26	12%	29	3
				Cortar en trozas	70	22%	90	11
Clasificar y apilar	99	12	4 personas	Cargar tronco	11	30%	16	2
				Transportar tronco	29	30%	41	6
				Clasificar/apilar	13	30%	19	7
				Ir al siguiente tronco	20	11%	23	2
Cargar camión	109	17	1 persona	Cargar tronco	8	30%	12	2
				Transportar tronco hasta el camión	36	30%	51	5
				Apilar tronco en la plataforma	39	15%	46	14
Despachar camión	841	59	1 persona	Llenar la documentos legales	569	10%	632	41
				Imprimir	27	9%	30	2
				Entregar documentos al chofer del camión	163	9%	179	3

Tabla de suplementos

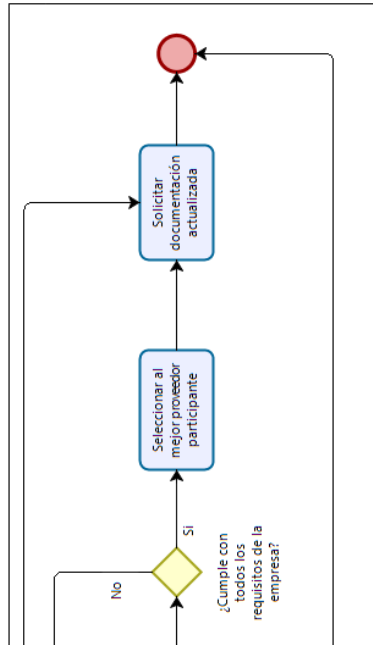
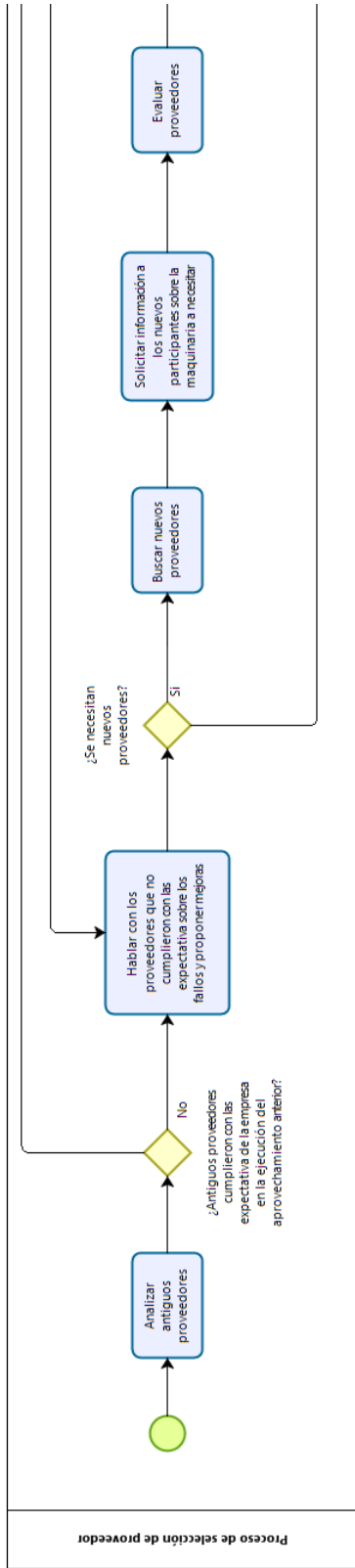
Proceso	Actividades	Constante		Variables											Σ%	
		NP	F	TP	PA	IP	IL	CA	TV	TA	TM	MM	MF			
Corte	Limpiar maleza del árbol	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
	Anotar numeración del árbol	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	Cortar árbol (tumbar)	5	4	2	2	6	0	0	0	2	1	0	0	0	0	22
	Ir al final de la altura comercial	5	4	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
	Cortar copa (altura comercial)	5	4	2	2	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	21
	Ir al siguiente árbol	5	4	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Transporte	Enganchar el árbol a la wincha	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	Transportar árbol hasta patio de acopio	5	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	13
	Desenganchar árbol	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Troceado	Ir al siguiente árbol	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	Medir y marcar los cortes del árbol	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	12
	Cortar en trozas	5	4	2	2	6	0	0	0	2	1	0	0	0	0	22
Clasificación y apilamiento	Cargar tronco	5	4	2	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Transportar tronco	5	4	2	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Clasificar/apilar	5	4	2	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Ir al siguiente tronco	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Carga de camión	Cargar tronco	5	4	2	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Transportar tronco hasta el camión	5	4	2	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	Apilar tronco en la plataforma	5	4	2	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
Despachar documentos	Llenar la documentos legales	5	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10
	Imprimir	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	Entregar documentos al chofer del camión	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9

Donde:

NP = Necesidades personales
 F = Fatiga
 TP = Trabajo de pie
 IP = Levantamiento de peso
 PA = Postura anormal
 IL= Intensidad luminosa

CA = Calidad del aire
 TV = Tensión visual
 TA = Tensión auditiva
 TM = Tensión Mental
 MM = Monotonía mental
 MF = Monotonía física

Anexo 10: proceso de selección



Anexo 11. Ficha técnica de motosierra STIHL MS 780



Datos técnicos

Motor

Motor monocilíndrico de dos tiempos STIHL

Cilindrada:	121,6 cm ³
Diámetro:	60 mm
Carrera:	43 mm
Potencia según ISO 7293:	5,6 kW (7,8 CV) a 8000 rpm
Régimen de ralentí:	2700 rpm
Régimen máximo admisible con equipo de corte:	11500 1/min

Sistema de encendido

Encendido por magneto, de control electrónico

Bujía (desparasitada):	NGK BPMR 7 A Bosch WSR 6 F
Distancia entre electrodos:	0,5 mm

Sistema de combustible

Carburador de membrana independiente de la posición con bomba de combustible integrada

Cabida depósito de combustible:	1300 cm ³ (1,3 l)
---------------------------------	------------------------------

Lubricación de la cadena

Bomba de aceite completamente automática en función del número de revoluciones con émbolo alternativo – adicionalmente, regulación manual del caudal de aceite

Cabida depósito de aceite:	700 cm ³ (0,7 l)
----------------------------	-----------------------------

Peso

Depósitos vacíos, sin equipo de corte MS 780:	9,80 kg
MS 780 Con asidero tubular cerrado:	9,95 kg
MS 780 Con empuñadura para corte longitudinal:	9,90 kg

Equipo de corte

La longitud de corte real puede ser inferior a la longitud de corte indicada.

Espadas Rollomatic

Longitudes de corte (paso de .404")	53, 63, 75, 90, 105 cm
Ancho de ranura:	1,6 mm

Espadas Duromatic

Longitudes de corte	53, 63, 75, 80, 90, 97, 105, 120 cm
Ancho de ranura:	1,6 mm

Cadenas .404"

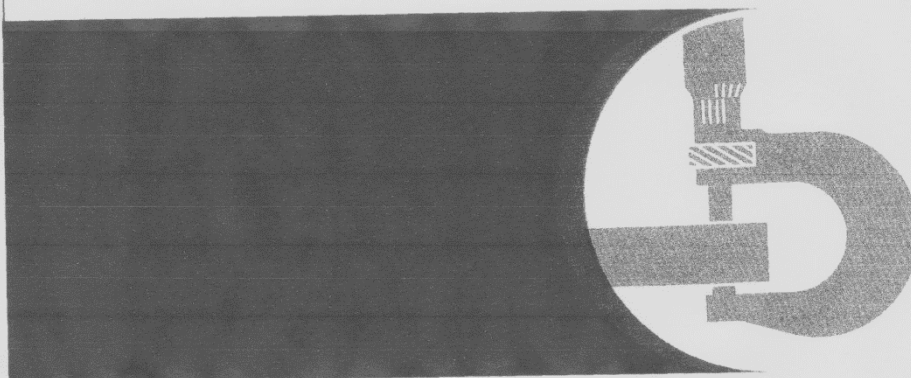
Rapid Micro (46 RM), modelo 3668	
Rapid Super (46 RS), modelo 3946	
Paso:	.404" (10,26 mm)
Espesor del eslabón impulsor:	1,6 mm

Piñones de cadena

de 7 dientes para .404" (piñón de cadena anular)
de 7 dientes para .404" (piñón de cadena perfilado)

Anexo 12: Ficha técnica John Deere 540 y 540A Skidders.

**John Deere
540 and 540A
Skidders**



TECHNICAL MANUAL

**John Deere Dubuque Works
TM-1003**

LITHO IN U.S.A.

JD540 and JD540-A Skidders

TECHNICAL MANUAL
TM-1003 (Mar-80)

CONTENTS

Section 10 - GENERAL	Section 50 - POWER TRAIN
Group 5 - Specifications	Group 5 - Diagnosis
Group 10 - Predelivery, Delivery, and After-Sales Services	Group 10 - Disconnect Clutch
Group 15 - Tune-Up and Adjustment	Group 15 - Drive Shafts
Group 20 - Lubrication	Group 20 - Power Shift Transmission
Group 25 - Separation	Group 25 - Axle Assemblies
	Group 30 - Differentials
Section 20 - ENGINE	Section 60 - STEERING AND BRAKES (See Section 70)
Group 5 - Diagnosis	Section 70 - HYDRAULIC SYSTEM
Group 10 - Basic Engine	Group 5 - General Information, Testing, and Diagnosis
Group 15 - Engine Lubrication	Group 10 - Hydraulic Pump
Group 20 - Speed Control Linkage	Group 15 - Filters, Valves, Oil Cooler, and Accumulators
Group 25 - Engine Cooling	Group 20 - Steering System
Group 30 - Specifications and Special Tools	Group 25 - Brake System
Section 30 - FUEL SYSTEM	Group 30 - Selective Control System
Group 5 - Diagnosis	Group 35 - Couplers and Cylinders
Group 10 - Tank, Transfer Pump, and Filters	Section 80 - MISCELLANEOUS COMPONENTS
Group 15 - Air Intake System	Group 5 - Winch System
Group 20 - Fuel Injection Pump	Group 10 - Frames
..... Fuel Injection Nozzles (See SM-2045)	Group 15 - Specifications and Special Tools
Section 40 - ELECTRICAL SYSTEM	INDEX
Group 5 - Wiring Diagrams	
Group 10 - Charging System	
Group 15 - Starting Motor	
Group 20 - Gauges	
Group 25 - Specifications and Special Tools	

The specifications and design information contained in this manual were correct at the time it was printed. It is John Deere's policy to continually improve and update our machines. Therefore, the specifications and design information are subject to change without notice. Wherever applicable, specifications and design information are in accordance with SAE and IEMC standards.

Copyright 1988
DEERE & COMPANY
Moline, Illinois
All rights reserved

Litho in U.S.A.

Section 10 GENERAL

CONTENTS OF THIS SECTION

GROUP 5 - SPECIFICATIONS		GROUP 20 - LUBRICATION	
Machine Specifications	5-1	Lubrication Chart (capacities and lubricants)	20-1
Dimensions	5-4	Engine Lubricating Oils	20-2
GROUP 10 - PREDELIVERY, DELIVERY, AND AFTER-SALES SERVICES	10-1	Greases	20-2
GROUP 15 - TUNE-UP AND ADJUSTMENT		GROUP 25 - SEPARATION	
Preliminary Engine Testing	15-1	Separating Engine and Equipment	
Engine Tune-Up	15-1	Frames	25-1
Skidder Adjustments	15-2	Removing Engine	25-2
		Removing Upper Cowl	25-3
		Removing Transmission and Clutch Housing	25-4
		Removing Axle Housings and Differentials	25-5
		Specifications	25-7
		Torque Chart	25-7

Group 5 SPECIFICATIONS

SKIDDER DESIGN

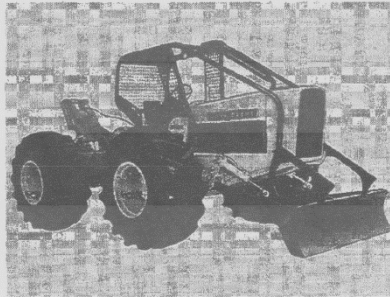


Fig. 1-JD540-A Skidder

The skidder is an articulated, frame-steered machine for use primarily in skidding tree length logs from a felling area to a central loading location.

Main skidder parts are mounted in two frames: the engine frame (front) and the equipment frame (rear).

All references in this manual to front, rear, left, and right are in relation to the position of the operator seated in the operator's station.

SERIAL NUMBERS

The skidder (chassis) serial number plate is located on the side of the clutch housing. *NOTE: When ordering skidder and engine parts, record ALL of the digits on this plate.*

The engine serial number plate is mounted on the right side of the engine cylinder block.

MODEL NUMBERS

The skidder fuel injection pump, winch, and winch hydraulic pump each have a name plate giving model number and serial number.

Use this information whenever additional detailed service information is required on any of these components.

SPECIFICATIONS

ENGINE

Fuel type	Diesel
Net flywheel horsepower at 2500 rpm (JD540)	94
(JD540-A)	94
Number of cylinders	6
Bore and stroke (JD540)	3.86 x 4.33 in.
(JD540-A)	4.02 x 4.33 in.
Total displacement (JD540)	303 cu. in.
(JD540-A)	329 cu. in.

Compression ratio	16.7 to 1
Firing order	1-5-3-6-2-4
Intake valve clearance	0.014-in.
Exhaust valve clearance	0.018-in.
Slow idle	800 rpm
Fast idle	2660 rpm
Governed speed range	800 to 2660 rpm

ELECTRICAL SYSTEM

Battery voltage (nominal)	12 volts
Battery specific gravity at full charge (corrected to 80° F.)	1.260
Battery terminal grounded	Negative
Alternator regulation	Voltage regulator

TRANSMISSION

Type: Power Shift consisting of planetary gears with hydraulically actuated wet disk clutches and brakes. Eight forward and four reverse speeds hydraulically operated and controlled by a single lever.

DISCONNECT CLUTCH

Type: 12-inch dry-type clutch operated by a hand disconnect lever.

TRAVEL SPEEDS (with 23.1 x 26 tires)

Gear	1500 rpm	2500 rpm
1	1.0	1.7
2	1.4	2.4
3	2.2	3.7
4	2.9	4.8
5	3.7	6.2
6	4.8	8.1
7	6.3	10.6
8	10.7	17.8
1st reverse	1.2	2.0
2nd reverse	1.7	2.9
3rd reverse	2.7	4.5
4th reverse	3.5	5.8

DRIVE AXLES

Four wheel drive with inboard mounted planetary gears on all axles.
 Oscillating front axle, fixed rear axle.

DIFFERENTIALS

Front-Full differential with hydraulic lock.
 Rear-Solid axle with no differential action or full differential with differential lock.
 -Full differential without differential lock.

HYDRAULIC SYSTEM

Type: Closed center, constant pressure system. Includes power steering, power brakes, differential lock, front blade, and remote functions.

STEERING

Full power steering controlled by steering wheel.
 Frame steered by two cylinders.
 Turning clearance circle (with blade) 39 ft. 10 in.
 Turning radius 19 ft. 2 in.

TIRE OPTIONS

- 16.9 x 30 - 8 ply (Early Models)
- 18.4 x 26 - 10 ply
- 18.4 x 34 - 10 ply
- 18.4 x 38 - 10 ply (Early Models)
- 23.1 x 26 - 10 ply
- 24.5 x 32 - 10 ply (Early Models)
- 28.1 x 26 - 10 ply
- 34 x 25 - 10 ply (Early Models)

BRAKES

4 axle-mounted single wet-disk brakes hydraulically operated (power) with single pedal control.
 Mechanical winching brake for parking and winching.

WINCH

- Model No. 3305
- Drum speed (at 2200 rpm engine speed) 58-1/2 rpm
- Drum diameter 6 in.
- Drum capacities*
 - (with 1/2-inch cable) 195 ft.
 - (with 5/8-inch cable) 125 ft.
 - (with 3/4-inch cable) 100 ft.
- Cable speed (at 2200 rpm engine speed using 5/8-inch cable)
 - (with bare drum) 100 fpm
 - (with full drum) 159 fpm
- Cable pull (at 2200 rpm engine speed) (calculated)
 - (with bare drum) 20,500 lb.
 - (with full drum) 12,900 lb.

*Calculated capacities - allowance must be made for loose or uneven spooling.

CAPACITIES (U.S. Standard Measures)

- Fuel tank 42 gal.
- Cooling system 6 gal.
- Engine lubrication (with internal crankcase oil cooler) 14 qt.
- Engine lubrication (with external crankcase oil cooler) 15 qt.
- Transmission case (includes hydraulic system) 9 gal.
- Front differential 9 gal.
- Rear differential without lock 4-1/2 gal.
- Rear differential with lock 9 gal.
- Winch housing 9 qt.

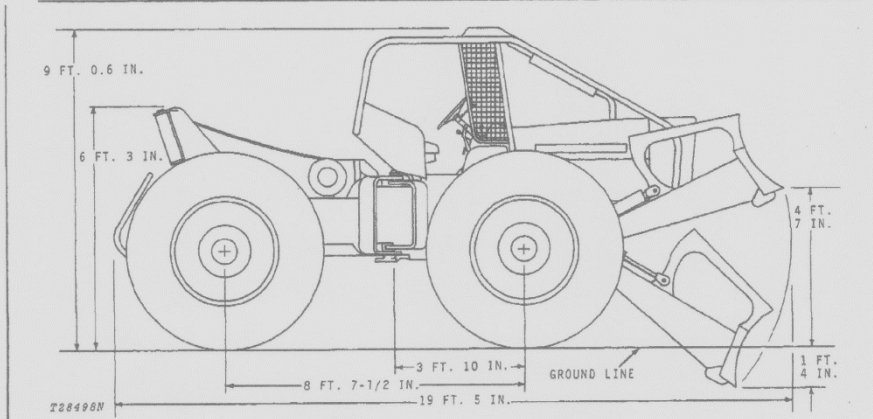


Fig. 3--Skidder Dimensions

FRONT BLADE

Width	6 ft.
Height	1 ft. 8 in.
Lift (max.)	4 ft. 7 in.
Drop below ground level	1 ft. 4 in.

DIMENSIONS (23.1-26 tires)

Over-all height (to top of exhaust deflector)	9 ft. 0.6 in.
Over-all width	8 ft.
Over-all length (front blade to log bumper)	19 ft. 5 in.
Ground clearance	1 ft. 8 in.
Wheel base	103-1/2 in.
Operating weight (approx.)	16,150 lbs.

The specifications and design information contained in this manual were correct at the time this machine was manufactured. It is John Deere's policy to continually improve and update our machines. Therefore the specifications and design information are subject to change without notice. Wherever applicable, specifications and design information are in accordance with SAE and IEMC standards.

Anexo 13. Ficha técnica de Grúa Guerra 83N



Tel: +34 986 58 20 00
Fax: +34 986 58 22 91

Avda. Benigno Sánchez s/n
36590 VILA DE CRUCES
(Pontevedra) - Spain

www.guerra.com
info@guerra.com



Capturar QR para contactar









Grúas hidráulicas

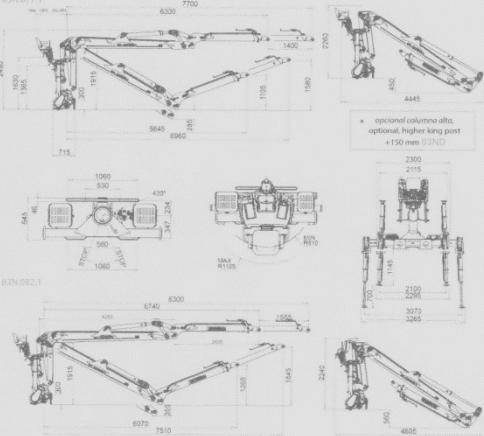
FORESTAL

En beneficio de la mejora de nuestros productos INDUSTRIAL GUERRA se reserva el derecho de introducir las modificaciones que considere oportunas sin previo aviso. Ed. 03/2014

DATOS TÉCNICOS	83N.077.1	83N.082.1	
CAPACIDAD MÁXIMA DE ELEVACIÓN	[kNm]	82.3	76.4
MÁXIMO ALCANCE HIDRÁULICO	[m]	7.6	8.3
MOMENTO DE GIRO BRUTO	[kNm]	20.1	20.1
ÁNGULO DE GIRO	[°]	421	421
PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	[bar]	240	240
CAUDAL MÁXIMO	[l/min]	70-80	70-80
PESO DE LA GRÚA ESTÁNDAR	[Kg]	1990	2158

DIMENSIONES



opcional columna alta, optional, higher kang post +150 mm (83N)

CARACTERÍSTICAS

- ✓ Diseñado según norma "EN 12999" clase H1-B4
- ✓ 4 cilindros de giro y doble cremallera
- ✓ Sistema de giro pión-cremallera en baño de aceite con rodamiento de rodillos oscilante
- ✓ Nuevo puesto de mando ergonómico de fácil acceso
- ✓ Gatos estabilizadores, extensibles hidr. y giratorios manuales
- ✓ Preinstalación para accesorios en punta (4 funciones)
- ✓ Nueva posición de transporte.

OPCIONAL

- ✓ Distribuidor de caudal fijo o variable.
- ✓ Gatos giratorios hidráulicos.
- ✓ Gatos guiados de mayor resistencia.
- ✓ Enfriador de aceite.
- ✓ Conjunto de faros.

DIAGRAMA DE POSICIONES

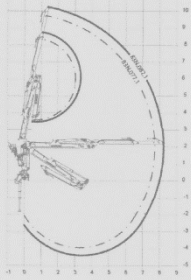
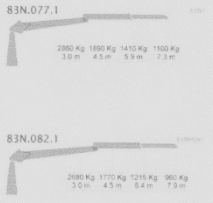


DIAGRAMA DE CARGAS



Anexo 14: Modelo 3D en Flexsim situación actual.

